

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI JAMUR PADA
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**



Oleh :

A. MULYONO
11682102746

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI JAMUR PADA
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**



Oleh :

**A. MULYONO
11682102746**

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian**

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Isolasi dan Karakterisasi Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit
 Nama : A. Mulyono
 NIM : 11682102746
 Program Studi : Agroteknologi

Menyetujui,
Setelah diuji pada Tanggal 22 Juni 2021

Pembimbing I

Ir. Mokhammad Irfan, M.Sc
NIK. 130 817 114

Pembimbing II

Novita Hera, S.P., M.P
NIK. 130 817 064

Mengetahui:

Dekan
Fakultas Pertanian dan Peternakan



Dr. Syadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

Ketua
Program Studi Agroteknologi

Dr. Syukria Ikhsan Zam, M. Sc
NIP. 198110107 200901 1 008

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau hampiran suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.








HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
dan dinyatakan lulus pada tanggal 22 Juni 2021

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc	KETUA	
2.	Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc	SEKRETARIS	
3.	Novita Hera, S.P., M.P	ANGGOTA	
4.	Yusmar Mahmud, S.P., M.Si	ANGGOTA	
5.	Rita Elfianis, S.P., M.Sc	ANGGOTA	

UIN SUSKA RIAU



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya berupa skripsi ini adalah asli yang merupakan hasil penelitian saya dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun (sarjana, tesis, disertasi dan sebagainya) baik di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni penelitian saya sendiri dengan arahan tim dosen pembimbing dan hak publikasi di tangan penulis dan pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pula di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma hukum yang berlaku di perguruan tinggi dan Negara Republik Indonesia.

Pekanbaru, Agustus 2021
Yang membuat pernyataan,



A. Mulyono
NIM.11682102746

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PERSEMBAHAN



“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(QS. Ar-Rahman 13)

Lantunan Al-Fatihah, beriring shalawat, melangitkan doa dalam Syukur untukmu terimakasih ku kupersembahkan untuk Ayahanda Amir dan Ibundaku Supini. Kakak tersayang Suharti dan Susiana, Abang tersayang Syafrizal.

Permohonan dalam sujudku padamu Ya Allah, ampunilah segala dosa-dosa orangtuaku, bukakanlah pintu rahmat, hidayah, rezeki bagi mereka ya Allah, maafkanlah atas kekhilafan mereka jadikanlah mereka hamba-Mu yang selalu bersyukur dan menjalankan segala perintah-Mu. Jadikan hamba-Mu ini anak yang selalu berbakti kepada orangtua, berikanlah kesabaran dan ketenangan dalam menjalani hidup di dunia-Mu ya Allah.

Aamiin, ya Allah, ya Robbal'alam

UIN SUSKA RIAU



UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji dan syukur penulis sampaikan atas kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* atas limpahan rahmat, dan hidayahnya kepada penulis. *Sholawat* beriring salam kepada Nabi Besar Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Isolasi dan Karakterisasi Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit". Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis dalam menyelesaikan Studi Program Sarjana S1 pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Program Studi Agroteknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama proses penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan bimbingan, arahan, bantuan, dan dukungan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada, yth:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Ayahanda Amir dan Ibunda Supini, yang selalu memberikan kasih sayang, perhatian, dukungan dan do'a yang tidak pernah putus-putusnya untuk penulis.
2. Keluarga tersayang kakak Suharti, S.Pd, Susiana, A.Md dan abangku Syafrizal, S.E serta keluarga besar penulis senantiasa memberikan motivasi, mendoakan, dukungan dan bantuan spiritual yang sangat luar biasa kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag., Selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc Selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Dr. Irwan Taslapratama., M.Sc. Selaku Wakil Dekan 1, Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P. Selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dilindungi undang-undang UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Bapak Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, S.P., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
8. Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, masukan, dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Ibu Novita Hera, S.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan arahan, masukan, nasehat dan motivasi selama penulis menjalani studi S1 hingga selesai.
10. Bapak Yusmar Mahmud, S.P., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Ibu Rita Elfianis, S.P., M.Sc., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Agroteknologi dan seluruh staff Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah mengajarkan banyak ilmu dan pengalaman yang berguna selama penulis kuliah.
12. Ibu Wiwit Rahajeng, S.P., Peneliti BALITKABI Malang selaku Pembimbing Lapangan selama melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yang telah memberikan pengalaman berharga di dunia penelitian dan terus memotivasi untuk segera menyelesaikan perkuliahan.
13. Ibu Vonne Kandau selaku staf Community Development PT. RAPP yang banyak berjasa kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga selesai.
14. Seluruh teman-teman kelas A agroteknologi 2016, Agus Sulistyana, S.P Rizky Aprelia, S.P Ridho Teguh Kurniawan, S.P Elda Rizki Febria Ningsih, S.P Alma Ramadhani, S.P Kurnia Julita Putri, S.P Dery Ardiansyah, S.P Insanul Rahman, Zufikri, S.P Tengku Rizky Zehan Fahruza, Fuad Khafizuddin, S.P Suhelmi Julandri, Diah Hafizah, Yasril Hadi, Yudi Krisnawan, S.P M. Ridho Saputra, Nurfadilah, Dafid Ismail, Rano Rajab, Gevi Acri Saputra, Husnianti, dan seluruh mahasiswa Fapertapet yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

15. Teman seperjuangan *Credit Earning* Universitas Brawijaya 2018, Ridho Teguh Kurniawan, S.P Ilham Zuhdiawan Marpaung, Muhammad Zul, Abdi Ikhwana, Agus Sulistyana, S.P Husnianti, Velly Akhriani, S.P Aisyah Salsabila Abni, S.Pt dan Annur Jannah Alfansuri C.

16. Teman-teman KKN dari seluruh Indonesia terutama posko I Nagori Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara. Elsy Syahfitri, (UINSU), Annisa Diah Dwi Cendikia, (UMRAH), AM Hasby Asy Rowie, (UNJA) Annisa Helmi (UNAND), Ayu Syahputri (UTU), Dwi Agung Primayoga (USU), Aiga Delila (ISI Aceh), Ahmad Mulyadi (UNRI), Imanto Simbolon (USU), Adib Murtadho Aslam (UNRI), Adi Kurnadi (UINRF), Jekky Anto Lumbanbatu (USU), Adinda Fitria Fathurahmah (UIN SYAHID), dan Aidil Fadli (ISI Padangpanjang)

17. Keluarga besar Forum Studi Islam (FSI) An-Nahl, Relawan Nusantara, Komunitas Gemar Berbagi Membangun Negeri (GBMN) Meranti dan Forum Mahasiswa Bidikmisi yang telah memberikan banyak pengalaman berharga kepada penulis.

Penulis mendoakan semua bantuan, dukungan dan do'a serta motivasi yang telah diberikan menjadi amal baik serta mendapat ridho dan balasan dari Allah *Subhanahu Wata'ala* dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. *Amin yaa Rabbal 'Alamiin.*

Wassalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Pekanbaru, Agustus 2021

UIN SUSKA RIAU

Penulis



RIWAYAT HIDUP



Ahmad Mulyono dilahirkan di Desa Bandul, Kecamatan Tasik Putri Puyu Kabupaten Kepulauan Meranti pada tanggal 19 Juli 1997. Lahir dari pasangan Bapak Amir dan Ibu Supini, yang merupakan anak ke-4 dari 4 bersaudara. Masuk sekolah dasar pada tahun 2003 di SDN 20 Bandul (sekarang SDN 07 Bandul) Kecamatan Tasik Putri Puyu tamat pada tahun 2009.

Pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan ke sekolah lanjutan tingkat pertama di Madrasah Tsanawiyah (MTs) Darul Huda Bandul dan tamat pada tahun 2012. Penulis sempat memberhentikan pendidikannya selama satu tahun hingga pada tahun 2013 kembali melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 01 Kecamatan Tasik Putri Puyu dan tamat pada tahun 2016.

Pada tahun 2016 melalui jalur ujian mandiri penulis diterima menjadi mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Selama masa kuliah penulis pernah menjadi ketua Forum Studi Islam (FSI) An-Nahl Fakultas Pertanian dan Peternakan dan pengurus Himpunan Mahasiswa Agroteknologi (Himagrotek) UIN SUSKA Riau. Bulan Juli sampai Agustus 2018 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI) Malang. Pada bulan Juli sampai Agustus 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Bersama di Nagori Sibaganding Kecamatan Girsang Sipangan Bolon Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara.

Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Juni sampai September 2020 dengan judul “Isolasi dan Karakterisasi Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit” dibawah bimbingan bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc dan ibu Novita Hera, S.P., M.P.

Pada tanggal 22 Juni 2021 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian melalui ujian munaqasah Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wata'ala yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit”**.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Mokhammad Irfan, M.Sc sebagai dosen Pembimbing I dan kepada Ibu Novita Hera, S.P., M.P sebagai Pembimbing II yang telah memberikan masukan, arahan serta bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh keluarga atas dukungan berupa do'a dan kasih sayangnya. Kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberi semangat, dukungan serta membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, Agustus 2021

Penulis

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ISOLASI DAN KARAKTERISASI JAMUR PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

A. Mulyono (11682102746)

Di bawah bimbingan Mokhamad Irfan dan Novita Hera

INTISARI

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah yang sulit terurai karena mengandung komponen selulosa yang cukup banyak. Beberapa organisme termasuk jamur memiliki kemampuan mendegradasi selulosa, selain itu jamur tersebut juga memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan sebagai agen biokontrol. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat jamur yang memiliki aktivitas biologi sebagai pelarut fosfat, agen biokontrol dan pendegradasi selulosa. Penelitian telah dilakukan pada bulan Juni - September 2020 di laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah serta Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Jenis penelitian ini deskriptif. Pengambilan sampel dilaksanakan secara zigzag yang terdiri dari 5 titik yang dikompositkan. Isolasi jamur dilakukan pada media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) dengan metode sebar dan koloni jamur dihitung dengan teknik cawan hitung. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu populasi jamur, identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis serta kemampuan melarutkan fosfat, agen biokontrol dan pendegradasi selulosa. Hasil penelitian menunjukkan jumlah populasi jamur kompos TKKS $1,49 \times 10^5$ CFU/g TKKS, ditemukan 5 isolat jamur yaitu *Absidia* sp., *Aspergillus* sp., *Scopulariopsis* sp., *Humicola* sp. dan *Trichoderma* sp. Jamur yang mampu melarutkan fosfat yaitu *Aspergillus* sp., *Absidia* sp., *Humicola* sp. dan *Scopulariopsis* sp. Agen biokontrol yaitu *Absidia* sp., *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. Jamur yang mampu mendegradasi selulosa yaitu *Trichoderma* sp., *Humicola* sp. dan *Aspergillus* sp.

Kata Kunci: Biokontrol, Jamur, JPF, Selulolitik, dan TKKS.

UIN SUSKA RIAU



ISOLATION AND CHARACTERIZATION FUNGI TOWARD OIL PALM EMPTY BUNCHES

Ahmad Mulyono (11682102746)

Under the guidance of Mokhamad Irfan and Novita Hera

ABSTRACT

Oil palm empty bunches are waste that is difficult to decompose because they contain a lot of cellulose components. Some organisms including fungi have the ability to degrade cellulose, besides that these fungi also have the ability to phosphate solvents and as biocontrol agents. The purpose of this research are to obtain fungal isolates that have biological activity as phosphate solvents, biocontrol agents and degrading cellulose. The research was conducted in June – September 2020 at the Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science also at Animal Reproduction and Breeding Laboratory State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau. The method used is descriptive, sampling was carried out by zig-zag consisting of 5 points which were composited. Fungi isolation was carried out on Potato Dextrose Agar (PDA) with spread method and fungi colony calculated using count plate technique. The parameters observed in this study were fungi population, macroscopic and microscopic identification as well as abilities of phosphate solvents, biocontrol agent and cellulose degrading. The results showed that the fungi population $1,49 \times 10^5$ CFU/g OPEB, it was found 5 fungi isolates were Absidia sp., Aspergillus sp., Scopulariopsis sp., Humicola sp. and Trichoderma sp. Phosphate solvents fungi were Aspergillus sp., Absidia sp., Humicola sp. and Scopulariopsis sp. biocontrol agent were Absidia sp., Aspergillus sp. and Trichoderma sp. Fungi that are able to degrade cellulose were Trichoderma sp., Humicola sp. and Aspergillus sp.

Key words: Biocontrol, Fungi, FSP, Sellulolitic, and OPEB.

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.2. Jamur	7
2.3. Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit	12
2.4. Aktifitas Biologi Jamur	14
III. MATERI DAN METODE	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Metode Penelitian	17
3.4. Pelaksanaan Penelitian	18
3.5. Parameter Pengamatan	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	25
4.2. Populasi Jamur TKKS	27
4.3. Identifikasi Jamur TKKS	28
4.4. Uji Aktifitas Biologi Jamur	36
V. PENUTUP	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	55

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

2	1. Kandungan Kimia Serat TKKS	6
2	2. Ciri-ciri Utama Kelas-kelas Jamur	12
4	3. Titik Koordinat Pengambilan Sampel	25
4	4. Jumlah Jamur per Gram TKKS	26
4	5. Hasil Pengukuran Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)	37
4	6. Persentase Daya Hambat	39
4	7. Hasil Pengukuran Jamur Selulolitik.....	43

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.2. Hifa Jamur	10
2.3. Degradasi Selulosa	16
3.1. Skema Pengambilan Sampel	18
3.2. Sampel Kompos TKKS	18
3.3. Pengenceran	20
3.4. Penanaman Isolat Jamur	20
3.5. Cara Pengukuran IKF	22
3.6. Skema Penghambatan oleh Jamur TKKS terhadap <i>Ganoderma</i> sp.	23
4.1. Lokasi Pengambilan Sampel TKKS	24
4.2. Sampel Kompos TKKS	25
4.3. Hasil Penanaman Sampel TKKS Menggunakan Media PDA	26
4.4. Isolat Murni TKKS yang Tumbuh di media PDA	28
4.5. Warna Koloni Jamur TKKS Dilihat dari Bawah	29
4.6. Isolat S1 (<i>Absidia</i> sp.)	30
4.7. Isolat S2 (<i>Aspergillus</i> sp.)	31
4.8. Isolat S3 (<i>Scopulariopsis</i> sp.)	32
4.9. Isolat S4 (<i>Humicola</i> sp.)	34
4.10. Isolat S5 (<i>Trichoderma</i> sp.)	35
4.11. Hasil Uji Pelarut Fosfat	36
4.12. Uji Antagonis Jamur TKKS dengan <i>Ganoderma</i> sp.	40
4.13. Uji Antagonis Jamur TKKS dengan <i>Ganoderma</i> sp.	41
4.14. Uji Aktivitas Selulolitik pada Media CMC Isolat Jamur TKKS	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

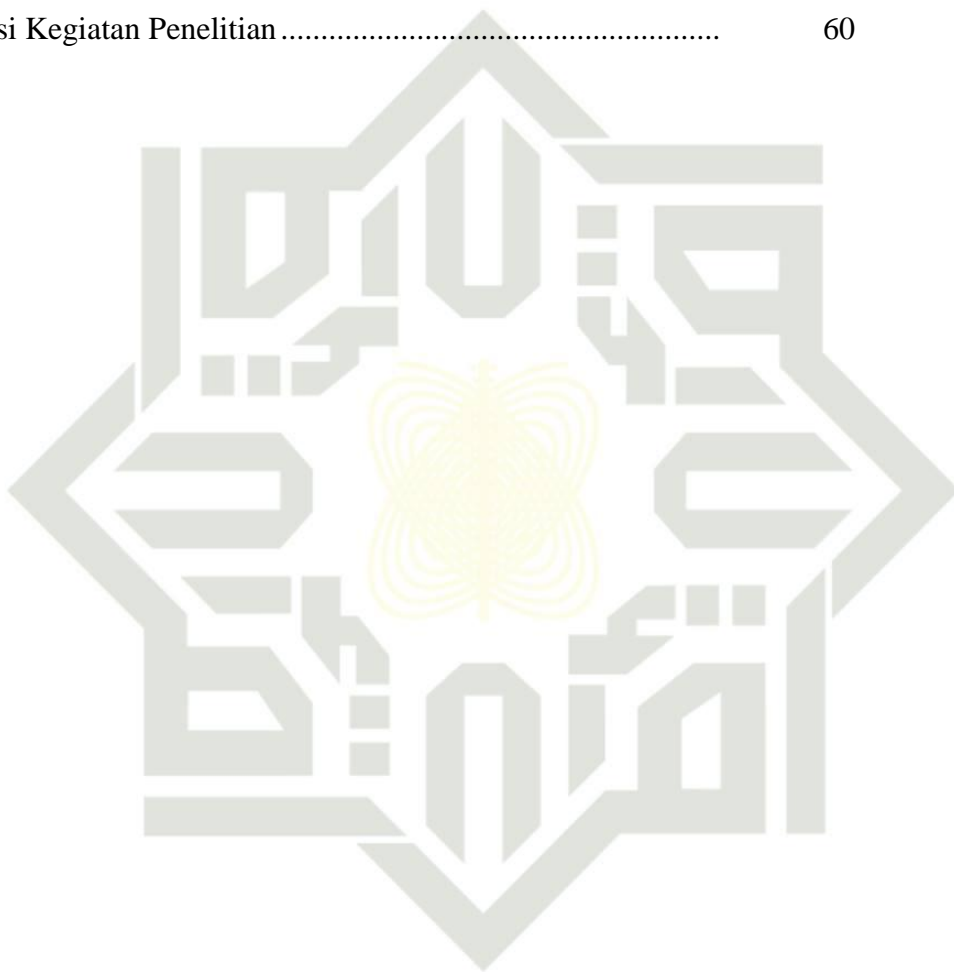
BPF	Bakteri Pelarut Fosfat
BPS	Badan Pusat Statistika
BT	Bujur Timur
CU	Celsius
CFU	<i>Colony Form Unit</i>
CMC	<i>Carboxymethyl Cellulose</i>
cm	Centimeter
DK	Diameter Koloni
dkk	dan Kawan-kawan
DT	Diameter Total
DZB	Diameter Zona Bening
g	Gram
IKF	Indeks Kelarutan Fosfat
IS	Indeks Selulolitik
JPF	Jamur Pelarut Fosfat
K	Kalium
L	Liter
LS	Lintang Utara
m	Meter
mg	Miligram
OPEB	<i>Oil Palm Empty Bunches</i>
P	Phospor
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
PKS	Pabrik Kelapa Sawit
ppm	<i>Part per Milion</i>
R	Rukun Tetangga
RW	Rukun Warga
S	Sampel
TBS	Tandan Buah Segar
TKKS	Tandan Kosong Kelapa Sawit

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur Pelaksanaan Penelitian	55
2. Komposisi Media CMC	56
3. Daftar Pertanyaan kepada Pemilik Kebun	57
4. Perubahan Diameter Koloni	58
5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	60

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak sawit terbesar di Dunia. Daerah penghasil minyak sawit Indonesia terutama berasal dari Provinsi Riau, Sumatera Utara, Kalimantan Tengah, Sumatera Selatan dan Kalimantan Barat. Riau merupakan provinsi centra produksi minyak sawit dengan kontibusi sebesar 23,80% dari total 41,67 juta ton produksi kelapa sawit Indonesia pada tahun 2018 (Respati, 2018). Menurut data Badan Pusat Statistik (2017-2020) jumlah produksi tanaman kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2016 sebesar 7.841.947 ton, tahun 2017 sebesar 7.777.069 ton, tahun 2018 sebesar 8.496.000 ton, dan tahun 2019 sebesar 9.127.600 ton. Meningkatnya produksi tanaman kelapa sawit, di sisi lain akan meningkatkan jumlah limbahnya, baik berupa limbah cair maupun limbah padat (Haji, 2013).

Limbah padat pada pengolahan kelapa sawit terdiri dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang, serabut, *sluge*, dan bungkil (Prayitno dkk., 2008). Menurut Saputra (2018), TKKS merupakan sumber bahan organik yang kaya akan unsur hara makro Mg, N, P, dan K. Jumlah TKKS diperkirakan 22-23% dari jumlah tandan buah segar yang diolah dalam setiap ton tandan kosong kelapa sawit (Fuadi dkk., 2016). Jika produksi kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2019 sebesar 8.496.000 ton, maka jumlah limbah TKKS yang dihasilkan pada tahun tersebut diperkirakan sebanyak 1.954.080 ton (Badan Pusat Statistik 2020). Limbah TKKS yang cukup besar ini banyak ditemukan di pabrik pengolahan kelapa sawit atau Pabrik Kelapa Sawit (PKS) (Widiastuti dan Panji, 2007).

Limbah kelapa sawit yang berjumlah sangat banyak akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Untuk mengurangi jumlah limbah kelapa sawit, saat ini TKKS mulai dimanfaatkan sebagai bahan dasar kompos yang akan digunakan sebagai pupuk organik. TKKS merupakan tempat melekat buah kelapa sawit, struktur dari TKKS ini kasar, berukuran besar, berserabut tebal, didominasi bahan selulosa dan lignin serta nilai C/N yang tinggi sehingga secara alami merupakan bahan yang sulit terdekomposisi. Budiarti, (2016) menyatakan TKKS adalah sumber nutrisi organik kompleks yang tersusun dari sebagian besar senyawa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

selulosa dan lignisellulosa yang sangat sulit terdegradasi. Kandungan utama TKKS yaitu selulosa 44,21%, dan kandungan lain seperti hemiselulosa 16,68%, lignin 35,51%, dan kadar abu 0,26% (Sarwono *et al.*, 2014).

Menurut Nurkanto, (2007) selulosa merupakan senyawa terbesar dan memegang peranan penting dalam siklus karbon di alam. Hal ini tidak terlepas dari peran organisme pendegradasi selulosa dalam penguraian selulosa secara enzimatik. Salah satu organisme yang mampu berperan dalam proses degradasi selulosa adalah jamur selulolitik. Jamur selulolitik merupakan organisme yang bersifat menguraikan selulosa. Subowo, (2010) menyatakan jamur yang mampu menguraikan lignin, selulosa dan hemiselulosa mampu menjaga ketersediaan unsur (C) sebagai sumber energi untuk konsumsinya sendiri maupun organisme lain.

Apabila dibandingkan dengan mikroorganisme lainnya jamur merupakan mikroorganisme yang utama sebagai penghasil selulase yang dapat memutuskan ikatan glikosidik β -(1,4) pada selulosa (Salma dan Gunarto, 1999). Jamur merupakan spesies yang mampu tumbuh di lingkungan yang sedikit nutrisi, kelembaban rendah dengan penyebaran yang luas, spora yang dihasilkan melimpah, sehingga dapat menghasilkan enzim yang tinggi (Made dkk., 2011).

Penelitian Rupaedah dkk., (2019) mendapatkan isolat jamur yang terdapat dalam TKKS yaitu *Rhizopus microsporus*, *Aspergillus niger* dan *Aspergillus fumigatus*. Talantam dkk., (2018) mendapatkan jamur selulolitik yang berasal dari tanah yaitu *Aspergillus*. Penelitian Alhidayatullah dkk., (2014) mendapatkan hasil isolat *Trichoderma harzianum* mampu mendegradasi selulosa pada TKKS.

Beberapa organisme terutama dari kelompok jamur pada TKKS, memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimilikinya. Selain itu beberapa kelompok jamur juga memiliki kemampuan sebagai pelarut fosfat (Ichriani dkk., 2018) dan beberapa jamur memiliki sifat antagonis yang dapat digunakan sebagai biokontrol (Susanto dkk., 2005). Berdasarkan uraian tersebut penulis mengambil judul penelitian “**Isolasi dan Karakterisasi Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit**”.

1.2. Tujuan

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

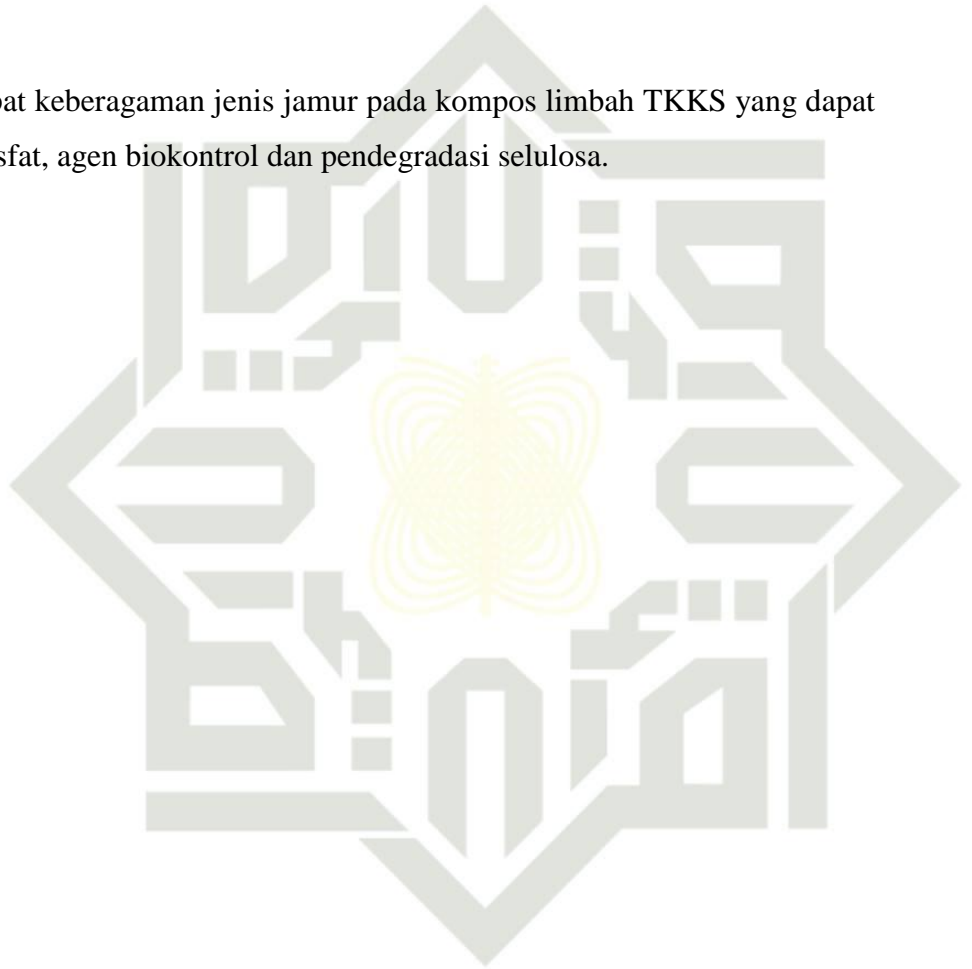
Tujuan dari penelitian ini adalah mengisolasi secara mikroskopik jamur pada kompos limbah TKKS, mengkarakterisasi dan mengetahui aktifitas biologi (sebagai pelarut fosfat, agen biokontrol, dan pendegradasi selulosa).

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan isolat jamur sebagai pelarut fosfat, biokontrol dan pendegradasi selulosa pada limbah TKKS.

1.4 Hipotesis

Terdapat keberagaman jenis jamur pada kompos limbah TKKS yang dapat melarutkan fosfat, agen biokontrol dan pendegradasi selulosa.



UIN SUSKA RIAU

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jack.) merupakan tanaman yang digunakan untuk menghasilkan minyak kelapa sawit, yang dalam proses produksinya menghasilkan limbah. Limbah industri kelapa sawit digolongkan kedalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Beberapa limbah yang digolongkan kedalam limbah padat yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat, sluge atau lumpur dan bungkil (Prayitno dkk., 2008).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) (Gambar 2.1) merupakan salah satu limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. Menurut Firdadi, (2016) setiap pengelolaan 1 ton TBS (tandan buah segar) dihasilkan TKKS sebesar 22-23%, atau sebanyak 220-230 kg TKKS. Jika Pabrik Kelapa Sawit (PKS) berkapasitas 100 ton/jam maka dihasilkan sebanyak 22-23 ton TKKS.



Gambar 2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit (Dokumentasi Pribadi, 2019)

TKKS merupakan tempat melekat buah kelapa sawit, stuktur dari TKKS ini kasar, berukuran besar, berserabut tebal, didominasi bahan selulosa dan lignin serta nilai C/N yang tinggi sehingga secara alami merupakan bahan yang sulit terdekomposisi. Sejalan dengan meningkatnya jumlah produksi kelapa sawit dari tahun ketahun, akan meningkat juga volume limbah yang dihasilkan. Secara umum limbah padat kelapa sawit mengandung jumlah bahan organik yang tinggi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan, tetapi jika diaplikasikan pada tanah yang kurang subur akan menambah organik tanah (Haryanti dkk., 2014).

Limbah TKKS berpotensi dijadikan sebagai pupuk organik berdasarkan ketersediaannya dan kandungan haranya, bahan organik yang terdapat di TKKS dapat digunakan sebagai pupuk kompos (Leokito, 2012). TKKS merupakan sumber bahan organik yang kaya unsur hara N, P, K dan Mg. Dalam setiap ton TKKS mengandung hara N 1,5%, P 0,5%, K 7,3% dan Mg 0,9% yang dapat digunakan sebagai substitusi pupuk pada tanaman kelapa sawit. Ketersediaan TKKS di lapangan cukup besar dengan peningkatan jumlah dan kapasitas pabrik kelapa sawit untuk menyerap TBS yang dihasilkan. (Darmosarkoro dan Winarna, 2007).

Salah satu potensi TKKS yang cukup besar adalah sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara bagi tanaman. Potensi ini didasarkan pada kandungan TKKS yang merupakan bahan organik dan memiliki kadar hara yang cukup tinggi. Kompos TKKS memiliki kandungan hara dan bahan organik cukup tinggi yaitu 42,8 % C, 2,90 % K, 0,8 % N, 0,22 % P, 0,3 % Mg serta unsur mikro 10 ppm B dan 23 ppm Cu (Darmosarkoro, 2003).

Jenis limbah kelapa sawit pada generasi pertama adalah limbah padat yang terdiri dari TKKS, pelepah, cangkang dan lain-lain. Selain limbah padat juga dihasilkan limbah cair. Limbah padat dan cair pada generasi berikutnya dapat diubah menjadi suatu produk yang dapat memiliki manfaat serta nilai ekonomi. TKKS dapat dimanfaatkan menjadi pupuk kompos, pulp kertas, papan partikel, energi (Ditjen PPHP, 2006).

Pada saat ini TKKS digunakan sebagai bahan organik bagi pertanaman kelapa sawit secara langsung maupun tidak langsung. Pemanfaatan secara langsung ialah dengan menggunakan TKKS sebagai mulsa sedangkan secara tidak langsung dengan mengkomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk organik. Bagaimanapun juga pengembalian bahan organik kelapa sawit ke tanah akan menjaga kelestarian kandungan bahan organik dan kandungan hara dalam tanah. Selain itu, pengembalian bahan organik ke tanah akan mempengaruhi populasi mikroba tanah secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi kesehatan dan kualitas tanah (Widiastuti dan Panji, 2007).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

TKKS berfungsi ganda yaitu selain menambah hara dalam tanah, juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang sangat diperlukan bagi perbaikan sifat fisik tanah. Dengan meningkatnya bahan organik tanah maka struktur tanah semakin mantap dan kemampuan tanah menahan air bertambah baik. Perbaikan sifat fisik tanah tersebut berdampak positif terhadap pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara (Ditjen PPHP, 2006).

TKKS mempunyai kadar C/N yang tinggi yaitu 45-55. Hal ini dapat menurunkan ketersediaan unsur N pada tanah karena unsur N termobilisasi dalam proses perombakan bahan organik oleh mikroba tanah. Usaha penurunan kadar C/N dapat dilakukan dengan proses pengomposan sampai kadar C/N mendekati kadar C/N tanah. Proses pengomposan yang bermutu biasanya menghasilkan kadar C/N sekitar 15 (Darmosarkoro dan Winarna, 2007). Kandungan kimia TKKS tertera pada Tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. Kandungan Kimia Serat TKKS

No	Komponen	Persentase (%)
1.	Air	8.56
2.	Kandungan Minyak	0.98
3.	Lignin	25.83
4.	Holoseulosa	56.49
	Alfa-selulosa	33.25
	Hemiselulosa	23.24
	Senyawa lain	4.19

Sumber: Sudiyani, dkk., (2010)

Pengomposan TKKS secara alami memerlukan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 3 bulan. Hal ini disebabkan TKKS banyak mengandung bahan-bahan organik yang sulit terurai (Tabel 2.1), oleh sebab itu diperlukan usaha agar dapat mempersingkat waktu pengomposan seperti perlakuan fisika, (pengurangan ukuran, pemanasan) dan perlakuan kimia (penambahan asam atau basa). Penambahan unsur hara, penambahan inoculum perombak lignin dan selulosa, perbaikan aerasi, pengaturan kelembapan juga merupakan usaha untuk mempersingkat waktu pengomposan (Darmosarkoro dan Rahutomo, 2007).

2.2. Jamur

Jamur atau fungi adalah organisme heterotrof biasanya berbentuk benang, bercabang-cabang, tidak berklorofil, dinding selnya mengandung kitin. Jamur memiliki bagian vegetatif yang disebut dengan hifa. Hifa adalah benang-benang memanjang, bersekat/tidak bersekat (Sari, 2006). Jamur memperoleh nutrisi yaitu dengan mengeluarkan enzim ekstraseluler misalnya enzim selulase. Enzim selulase akan menguraikan bahan organik di lingkungan menjadi senyawa sederhana yaitu glukosa. Glukosa di lingkungan akan diserap melalui transpor membran aktif (memerlukan ATP) atau dapat juga dengan cara transpor membran pasif (tidak memerlukan energi yaitu dengan cara difusi dan osmosis). Setelah glukosa masuk ke dalam sel jamur, glukosa akan masuk ke dalam mitokondria dan diubah menjadi ATP melalui respirasi (Campbell dkk., 2008).

Pengomposan secara alami akan membutuhkan waktu 2-3 bulan akan tetapi jika menggunakan jamur sebagai dekomposer hanya membutuhkan waktu 14-21 hari (Marianah, 2013). Jamur memiliki peran penting sebagai dekomposer selain itu jamur juga memiliki peran dalam menjaga struktur tanah karena mempunyai filamen yang bercabang yang tersebar di seluruh permukaan tanah maupun di dasar tanah (Gadd *et al.*, 2007).

Keberlangsungan hidup jamur membutuhkan nutrisi dan lingkungan yang cocok untuk tumbuh dan berkembang. Jamur bersifat khemotropik yaitu mensekresi enzim menjadi nutrisi yang dapat larut, yang kemudian diabsorpsi secara pasif atau diambil ke dalam sel melalui transpor aktif. Nutrisi yang diperoleh dari lingkungan berupa unsur-unsur atau senyawa kimia yang akan digunakan sebagai senyawa kimia penyusun sel. Sisa-sisa organisme dalam bentuk organik yang dibutuhkan jamur yaitu glukosa, asam-asam organik, disakarida, polisakarida, pektin, selulosa, dan lignin sebagai sumber energi (Alexander, 1997).

Umumnya nutrisi yang dibutuhkan berupa karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, kalium, magnesium, natrium, kalsium, nutrisi mikro (besi, mangan, zink) dan vitamin. Karbon mempunyai fungsi yang penting untuk semua organisme, karena karbon adalah salah satu senyawa kimia penyusun tubuh (Ningrum dkk., 2013). Menurut Sumarsih (2003) sebagai makhluk heterotrof, jamur memiliki tiga sifat sebagai berikut:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Parasit Obligat

Parasit obligat merupakan sifat jamur yang hanya bisa hidup pada inangnya, sedangkan saat di luar inangnya jamur ini tidak dapat hidup.

2. Parasit Fakultatif

Parasit fakultatif merupakan jamur yang ketika mendapatkan inang yang sesuai maka jamur tersebut bersifat parasit, tetapi ketika mendapatkan inang yang tidak sesuai maka jamur ini bersifat saprofit.

3. Saprofit

Saprofit adalah jamur pelapuk dan pengubah susunan zat organik yang sudah mati. Organisme yang sudah mati seperti kayu tumbang dan buah jatuh akan diserap oleh jamur saprofit sebagai makanannya. Sebagian besar enzim hidrolase dikeluarkan oleh jamur saprofit pada substrat makanan untuk mendekomposisi molekul kompleks menjadi molekul sederhana sehingga dapat diserap oleh hifa. Selain itu bahan-bahan organik dalam bentuk sederhana yang dikeluarkan oleh inangnya juga dapat langsung diserap oleh hifa jamur saprofit.

2.2.1. Morfologi Jamur

Umumnya, sel jamur lebih besar dari pada kebanyakan bakteri, tetapi jamur yang paling kecil tidak sebesar bakteri yang terbesar. Jamur sangat beragam ukurannya, berkisar antara 1 sampai 5 μm lebarnya dan panjangnya dari 5 sampai 30 μm atau lebih. Biasanya berbentuk telur, tetapi beberapa ada yang memanjang atau berbentuk bola. Setiap spesies mempunyai bentuk yang khas, namun sekalipun dalam biakan murni terdapat variasi yang luas dalam hal ukuran dan bentuk sel-sel individu, tergantung pada umur dan lingkungannya. Jamur tidak dilengkapi flagelum atau organ-organ penggerak lainnya (Hadioetomo dkk., 1986).

Badan vegetatif jamur yang tersusun dari filamen-filamen disebut thallus, yang pada dasarnya terdiri atas dua bagian yaitu miselium dan spora. Bagian terpenting dari jamur adalah hifa, karena hifa berfungsi untuk menyerap nutrisi dari lingkungan serta membentuk struktur untuk reproduksi. Hifa merupakan struktur fungus tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Hifa yang sudah bisa memproduksi mempunyai

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ukuran tebal berkisar 100-150 μm . Hifa dewasa mempunyai tambahan pada dinding selnya, yaitu melanin dan lipid (Sigler and Carmichael, 1983).

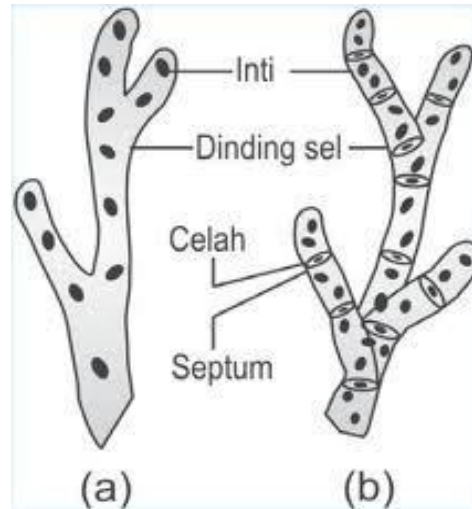
Tubuh atau talus suatu jamur pada dasarnya terdiri dari dua bagian: miselium dan spora (sel resisten, istirahat atau dorman). Miselium merupakan kumpulan beberapa filamen yang dinamakan hifa. Setiap hifa lebarnya 5 sampai 10 μm , dibandingkan dengan sel bakteri yang biasanya berdiameter 1 μm . Di sepanjang setiap hifa terdapat sitoplasma bersama. Menurut Hadioetomo dkk., (1986), ada tiga macam morfologi hifa yaitu :

1. Aseptat atau senosit. Hifa seperti ini tidak mempunyai dinding sekat atau septum.
2. Septat dengan sel-sel uninukleat. Sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang atau sel-sel berisi nukleus tunggal. Pada setiap septum terdapat pori di tengah-tengah yang memungkinkan perpindahan nukleus dan sitoplasma dari satu ruang ke ruang yang lain. Setiap ruang suatu hifa yang bersekat tidak terbatas oleh suatu membran sebagaimana halnya pada sel yang khas, setiap ruang itu biasanya dinamakan sel.
3. Septat dengan sel-sel multinukleat. Septum membagi hifa menjadi sel-sel dengan lebih dari satu nukleus dalam setiap ruang.

Berdasarkan fungsinya dibedakan dua macam hifa, yaitu hifa fertil dan hifa vegetatif. Hifa fertil adalah hifa yang dapat membentuk sel reproduksi atau spora. Apabila hifa tersebut arah pertumbuhannya keluar dari media disebut hifa udara. Hifa vegetatif adalah hifa yang berfungsi untuk menyerap makanan dari substrat. Berdasarkan bentuknya dibedakan lagi menjadi dua macam hifa, yaitu hifa tidak bersepta dan hifa bersepta. Hifa yang tidak bersepta merupakan ciri jamur yang termasuk Phycomycetes (jamur tingkat rendah). Hifa ini merupakan sel yang memanjang, bercabang, terdiri dari sitoplasma dengan banyak inti (senositik). Hifa yang bersepta merupakan ciri dari jamur tingkat tinggi atau yang termasuk Eumycetes (Summerbell, 1988). Hifa jamur dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 2.3).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2. Hifa Jamur (a) Hifa tidak bersepta (b) Hifa bersepta (Moser *et all.*, 1998)

2.2.2. Klasifikasi Jamur

Klasifikasi jamur terutama didasarkan pada ciri-ciri spora seksual dan tubuh buah yang ada selama tahap-tahap seksual dalam daur hidupnya. Jamur yang diketahui tingkat seksualnya disebut jamur perfek/sempurna. Daur hidup lengkap, dengan tingkat seksual, bagi banyak jamur masih belum diketahui tingkat seksualnya dinamakan jamur imperfek, untuk klasifikasinya harus digunakan ciri-ciri lain di luar tingkat seksual (Hadioetomo dkk., 1989).

Ciri-ciri itu mencakup morfologi spora aseksual dan miseliumnya. Selama belum diketahui tingkat perfeknya, jamur tertentu akan digolongkan dalam suatu kelas khusus, yaitu kelas Deuteromycetes atau jamur Imperfeksi, sampai ditemukan tingkat seksualnya. Menurut (Michael, 2007) jamur terbagi menjadi empat kelas yakni:

1. Kelas Phycomycetes

Biasa disebut sebagai jamur “primitive” dalam skala evolusi. Adapun ciri yang dimiliki yaitu tidak memiliki septum di dalam hifa, yang membedakan kelas phycomycetes dengan kelas yang lainnya. Jamur kelas ini merupakan jamur jenis unium yang dapat ditemukan dalam udara dan tanah. Phycomycetes mempunyai thalus miselium yang berkembang dengan baik. Hifa fertil menghasilkan sporangium pada ujung sporangiospora. Reproduksi seksual pada beberapa genus terjadi dengan peleburan ujung-ujung hifa yang terdiri dari lepuh-lepuh terminal cabang-cabang hifa.

2. Kelas Ascomycetes

Pembentukan askus yang merupakan tempat dihasilkannya askospora menjadi ciri kelas ini. Beberapa askomycetes membentuk tubuh buah atau askokarp yang melindungi askus bersama askosporanya. Dari 15.000 spesies kebanyakan hidup sebagai saprofit. Di antara spesies yang parasitik, beberapa merupakan penyebab penyakit tumbuhan “*potato blight*” dan karat gandum merupakan dua contoh diantaranya.

3. Kelas Basidiomycetes

Adanya basidiospora yang terbentuk di luar pada ujung atau sisi basidium, menjadi ciri kelas jamur ini. Basidiomycetes yang banyak dikenal meliputi jamur papan pada pepohonan, dan jamur karat serta jamur gosong yang menghancurkan sereal.

4. Kelas Deuteromycetes

Jamur yang tingkat reproduksinya belum ditemukan. Namun demikian untuk memudahkan dan karena tingkat konidiumnya begitu jelas dan tidak asing lagi, banyak spesies yang masih digolongkan ke dalam kelas ini meskipun reproduksinya sudah jelas. Sebagian besar jamur yang bersifat patogenik pada manusia berasal dari kelas ini. Mereka sering sekali membentuk spora aseksual beberapa macam di dalam spesies yang sama, sehingga dapat memudahkan identifikasi di laboratorium. Jamur yang tergolong genus *Penicillium* dan *Aspergillus* diklasifikasikan sebagai Deuteromycetes meskipun tingkat pembentukan askosporanya telah ditemukan pada beberapa spesies. Jamur-jamur ini mempunyai kepala konidium yang khas dan mudah dibedakan. Menurut Ginting (2006) jamur dari kelompok Deuteromycetes kebanyakan memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Ciri-ciri utama kelas-kelas jamur dapat dilihat pada Tabel 2.2. sebagai berikut :

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.2. Ciri-ciri Utama Kelas-kelas Jamur

Kelas	Ciri-ciri			
	Miselium	Spora Aseksual	Spora Seksual	Habitat Alamiah
Phycomycetes	Aseptat/senositik	Sporangiospora, kadang-kadang konidia	Zigospora, Oospora	Air, tanah, hewan
Ascomycetes	Septat	Konidia	Askospora	Tanah, tumbuhan, hewan
Basidiomycetes	Septat	Konidia	Besidiospora	Tanah, tumbuhan
Deutromycetes	Septat	Konidia	Tidak diketahui	Tanah, Tumbuhan, Hewan

Sumber : Hadioetomo dkk., (1986)

2.3. Jamur pada Tandan Kosong Kelapa Sawit

Jamur membutuhkan nutrisi dari sisa-sisa organisme dalam bentuk organik karena jamur tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrof sehingga tidak dapat membuat makanannya sendiri (Dwijhoseputro, 1978). Kandungan selulosa yang tinggi pada TKKS dapat menjadi nutrisi untuk tumbuhnya jamur selulolitik. Kandungan selulosa dan lignin akan dimanfaatkan untuk menghasilkan enzim selulase dan ligninase dari mikroorganisme (Sibuea, 2014). Sebagai sumber energinya, jamur hanya dapat memanfaatkan nutrisi dalam bentuk monosakarida dan asam amino, jika yang tersedia dalam bentuk disakarida atau polisakarida, maka jamur mengeluarkan enzim ekstraseluler terlebih dahulu yang berfungsi melakukan proses depolimerisasi yaitu pemecahan senyawa polimer kompleks menjadi senyawa sederhana, untuk mendegradasinya terlebih dahulu (Campbell *et al.*, 2002).

Menurut Kilham (2006) di alam jamur mikroskopik selain menyusun sebagian besar biomassa tanah, jamur mikroskopik juga berperan sebagai dekomposer utama pada proses dekomposisi bahan organik. Dalam ekosistem, jamur mikroskopis memiliki peran aktif yaitu sebagai pendegradasi bahan organik dan agregasi tanah serta hidup di sisa-sisa bahan organik dan sampah. Jamur mikroskopis mendapatkan sumber energi dan nutrisi dari sisa-sisa tumbuhan dan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

heewan dengan cara mengurai bahan organik kompleks menjadi bahan anorganik (Noor, 2006), menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh tanaman sebagai sumber nutrisi (Sunarto, 2003).

Jamur menguraikan bahan organik dalam tanah dan menghasilkan bahan yang mirip dengan humus dalam tanah. Humus merupakan habitat untuk mikroba (Rao, 1994). Pada penelitian Irawan *et al.*, (2014) didapatkan fungi yang bersifat lignolitik, xilanolitik dan selulolitik yang diisolasi dari kompos.

Hasil penelitian Rupaedah dkk., (2019) jamur yang terdapat dalam TKKS cukup beragam. Jamur tersebut adalah *Aspergillus niger*, *Rhizopus microspores* dan *Aspergillus fumigatus*. *Aspergillus niger* menghasilkan enzim α -amilase dan glucoamilase yang mampu memecahkan pati menjadi senyawa glukosa sederhana kemudian difermentasi menjadi etanol (Wulandari dkk., 2016). Jamur *Aspergillus niger* juga digolongkan dalam jamur antagonis karena dapat menghasilkan senyawa aspergilin dan memproduksi zat yang dapat menghambat perkembangan jamur patogenik (Venkatasubbiah dan Safeeulla, 1984).

Jamur *Rhizopus microsporus* bersifat antagonis karena dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat antibakteri terhadap beberapa bakteri gram positif (Virgianti, 2015). *Aspergillus fumigatus* adalah patogen yang menyebar di udara dan dapat ditemukan pada pupuk kandang dan humus (Gandi dkk., 2019).

Jamur memiliki kemampuan menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimilikinya (Talantam dkk., 2018). Jamur yang mampu menghasilkan komponen selulase diantaranya adalah jamur *Trichoderma*, sehingga jamur ini sering disebut sebagai selulolitik sejati (Salma dan Gunarto, 1999). Genus jamur lain yang mampu menghasilkan selulase antara lain *Aspergillus*, *Mucor*, dan *Penicillium* (Kusnadi dkk., 2007).

2.4. Aktivitas Biologi Jamur

2.4.1. Jamur Pelarut Fosfat (JPF)

Mikroorganisme tanah yang bermanfaat dibidang pertanian salah satunya adalah mikroorganisme pelarut fosfat. Mikroorganisme pelarut fosfat adalah mikroorganisme yang mampu melarutkan ikatan fosfat menjadi bentuk tersedia,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mikroorganisme pelarut fosfat dapat berupa bakteri (BPF), jamur (JPF), aktinomisetes atau khamir (Premono, 1998).

Fosfat merupakan nutrisi essensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Fosfat sebenarnya terdapat dalam jumlah yang melimpah dalam tanah, namun sekitar 95,99% terdapat dalam bentuk fosfat tidak terlarut sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Sanjotha dkk., 2011)

Mikroorganisme pelarut fosfat merupakan mikroorganisme yang mempunyai kemampuan mengekstrak fosfat dari bentuk yang tidak larut menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman melalui sekresi asam-asam organik yang dihasilkan untuk melepaskan P dari kompleks jerapan (Hanafiah dkk., 2009). Jamur pelarut Fosfat dapat tumbuh optimum dibandingkan bakteri dan aktinomisetes pada kondisi masam.

Jamur yang dapat melarutkan fosfat umumnya berasal dari kelompok *Deutromyces* antara lain *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium bilaji*, *Fusarium*, dan *Sclerotium* (Alexander, 1977). Jamur pelarut fosfat yang dominan ditanah adalah *Penicillium* dan *Aspergillus* (Whitelaw *et al*, 1999). Hasil penelitian Fatmala, (2015) ia menemukan 4 genus JPF yang ditemukan pada Andisol terdampak erupsi gunung Sinabung yaitu *Aspergillus* sp, *Trichoderma* sp, *Penicillium* sp. 1, dan *Penicillium* sp 2.

2.4.2. Agen Biokontrol (Agen Hayati) Pengendali Penyakit

Jamur biokontrol atau agen hayati adalah fungi, yang dapat menghambat secara biologis pertumbuhan patogen tanaman, parasit atau insekta. Terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh jamur untuk dapat digunakan sebagai jamur biokontrol, yaitu jamur tersebut tidak bersifat patogen terhadap hewan atau tanaman, kompatibel atau cocok dengan lingkungan pertumbuhan tanaman, dan jika akan digunakan di lahan pertanian yang telah pernah dilakukan penyemprotan dengan pestisida sintetik, maka jamur biokontrol tersebut harus resistan terhadap residu pestisida yang tersisa (Supriadi, 2006).

Pengendalian hayati mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain: 1) Selektifitas yang tinggi dan tidak menimbulkan hama baru; 2) Organisme yang digunakan sudah ada di alam dan hanya perlu eksplorasi dan pengembangan; 3) Organisme yang digunakan dapat mencari dan menemukan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

hama sendiri; 4) Organisme yang digunakan dapat berkembangbiak dan menyebar dengan sendirinya; 5) Hama tidak menjadi resisten atau kalau ada sangat lambat; 6) Pengendalian dapat berjalan dengan sendirinya; dan 7) Tidak ada pengaruh samping yang buruk seperti pada penggunaan pestisida. Kelemahan pengendalian hayati antara lain: 1) Pengendalian berjalan lambat; 2) Hasilnya tidak dapat diramalkan; 3) Sukar dan mahal untuk pengembangan dan penggunaannya; dan 4) Pelaksanaannya memerlukan pengawasan pakar (Fuadi, 2012).

Umumnya jenis agens hayati yang dikembangkan adalah mikroba alami, baik yang hidup sebagai saprofit di dalam tanah, air dan bahan organik, maupun yang hidup di dalam jaringan tanaman (endofit) yang bersifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran, atau bersifat menginduksi ketahanan tanaman (Supriadi, 2006). Beberapa jenis jamur antagonis yang sudah digunakan adalah *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus niger*, dan *Gliocladium*. Jamur antagonis tersebut dapat mengendalikan beberapa patogen tular tanah, antara lain *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora* sp., dan *R. solani*. (Tondje *et al.*, 2007). Katatny *et al.*, (2001) melaporkan jamur *Trichoderma* spp. menghasilkan enzim chitinase dan 1,3 glucanase yang dapat menekan perkembangan *S. rolfsii*. Menurut Ahmed *et al.*, (2000) mikoparasit dari marga *Trichoderma* berpengaruh terhadap aktivitas antagonistik melawan fitopatogenik. *Trichoderma* spp. merusak hifa inang dengan cara membelit, mengait, atau struktur semacam apresorium dan mempenetrasi dinding sel inang dengan mengeluarkan enzim lytic. yaitu proteinase, α -1.3-glukanase, dan chitinase. Selain itu, pemurnian/purifikasi enzim chitinolytic yang dihasilkan *Trichoderma harzianum* dapat digunakan untuk pengendalian penyakit tanaman.

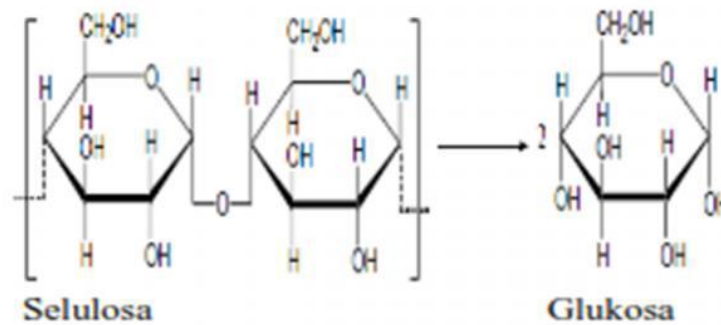
2.4.3. Jamur Pendegradasi Selulosa

Degradasi adalah suatu reaksi perubahan kimia atau peruraian suatu senyawa atau molekul menjadi senyawa atau molekul yang lebih sederhana. Misalnya, penguraian polisakarida selulosa menjadi monosakarida (glukosa). Proses penguraian selulosa secara alami memerlukan bantuan mikroorganisme (bakteri selulolitik) yang mengeluarkan enzim selulase. Selulosa dihidrolisis oleh enzim selulase dengan memotong ikatan 1,4 β -glukosida pada rantai panjang

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

selulosa. Selulosa pada lingkungan aerobik akan terurai menjadi glukosa dan karbondioksida yang akan bergabung ke dalam sel yang sedang tumbuh, sedangkan selulosa pada lingkungan anaerobik akan terurai menjadi alkohol dan asam organik (Prihatiningrum, 2002). Proses degradasi selulosa dapat dilakukan secara enzimatik dengan bantuan mikroorganisme. Berikut adalah gambar degradasi selulosa menjadi glukosa (Gambar 2.2).



Gambar 2.3. Degradasi selulosa (Legningher, 1975)

Selulase dapat dihasilkan oleh tumbuhan, khamir, bakteri dan jamur selulolitik (Gupta *et al.*, 2012). Jamur mempunyai kemampuan menguraikan selulosa yang terdapat dalam jaringan tumbuhan yang telah mati, menjadi senyawa yang lebih sederhana dikarenakan kemampuannya menghasilkan enzim lignoselulolitik (Kadarmoidheen *et al.*, 2012). Beberapa jamur mempunyai kemampuan menguraikan selulosa jamur-jamur *Aspergillus niger*, *Chaetomium globosum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma koningii* dan *Trichothecium roseum* mempunyai aktivitas selulase pada media serasah dan jerami gandum, sehingga jamur-jamur tersebut dapat menguraikan selulosa (Lakshmikan, 1990). *Trichoderma reesei* menghasilkan enzim selulase (Srinivasan, 1992).

UIN SUSKA RIAU

III. MATERI DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah serta Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Lokasi pengambilan sampel di RT 004, RW 002, Dusun 1, Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juni 2020 sampai September 2020.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : pisau, parang, meteran, penggaris, alat tulis, kamera, spidol, *minimeter block*, *autoclave*, *cool box*, *incubator*, jangka sorong, pipet volume, timbangan elektrik, tabung rekasi, Erlenmeyer, mikropipet, rak tabung, *petridish*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *laminar air flow*, *vortex*, *oven*, *colony counter*, timbangan analitik, alumunium foil, kapas, kertas label, plastik wrap dan mikroskop kamera. Bahan yang digunakan adalah : sampel kompos TKKS, Aquades, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), CMC, NaCl, Pikovskaya, alkohol 70%, *Kongored* (0,1%), Chloramphenicol dan isolat jamur *Ganoderma* sp.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif eksploratif dengan cara mengisolasi jamur pada kompos TKKS. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan pengambilan sampel jamur pada kompos TKKS, isolasi jamur, enumerasi jamur, peremajaan jamur, identifikasi jamur dan uji aktivitas biologi (uji pelarut fosfat, uji agen antagonis dan uji selulolitik). Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

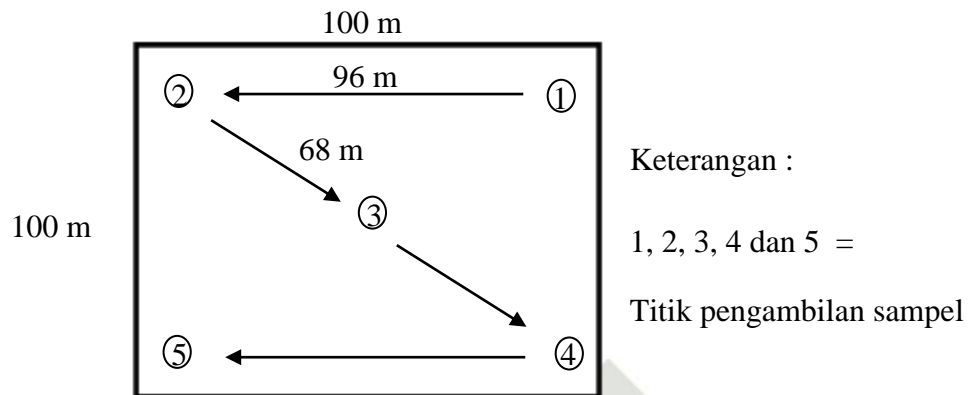
3.4.1. Sampel TKKS

Pengambilan sampel kompos TKKS dilakukan dengan metode zig-zag (Suryono dkk., 2004). Pengambilan sampel pada lokasi dari kebun sawit seluas 1 ha ditentukan 5 titik seperti terdapat pada Gambar 3.1.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Skema Pengambilan Sampel

Sampel diambil secara langsung menggunakan sarung tangan yang bersih dan steril. Setiap titik sampel masing-masing diambil sebanyak 100 g kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip. Sampel TKKS yang diambil dipilih tiga jenis, kompos TKKS yang sudah matang, setengah matang dan belum matang. Sampel kompos TKKS kemudian disimpan didalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium untuk bahan penelitian. Sampel dikompositkan sesuai jenis sehingga total sampel yang diambil adalah 500 g setiap jenis TKKS. Sampel penelitian dapat dilihat pada gambar berikut: (Gambar 3.2)



Gambar 3.2 Sampel Kompos TKKS (a) Belum matang (Erwinsyah dkk., 2015).
(b) Setengah matang dan (c) Sudah matang (Okalia dkk., 2018).

3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dahulu dilakukan pensterilan alat dan bahan. Pensterilan alat dilakukan dengan menggunakan metode panas kering yang diovenkan pada suhu 170 °C selama 2 jam. Peralatan yang disterilkan dengan menggunakan oven adalah cawan petri untuk wadah media. Alat seperti jamur ose, pinset, dan batang kaca disterilkan dengan pembakaran (*flaming*)

menggunakan bunsen. Untuk aquades dan PDA disterilkan menggunakan autoclave.

3.4.3. Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Pembuatan media PDA dalam 1 liter yaitu, timbang media yang dibutuhkan dengan timbangan analitik sebanyak 39 gram kemudian dimasukkan kedalam tabung *Erlenmeyer*. Tambahkan aquades sebanyak 1 liter kemudian bahan tersebut dipanaskan dengan *hot plate* dengan suhu 50 °C serta dihomogenkan dengan *maghnetik stirrer*. Setelah bahan homogen kemudian beri penutup berupa kapas dan *aluminium foil* pada mulut tabung *Erlenmeyer*, supaya proses penguapan tidak terjadi.

PDA disterilkan menggunakan *Autoclave* dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah media steril pada suhu 50 °C ditambahkan *Choramphenicol* sebanyak 100 mg/L kemudian diaduk dengan cara diguncang-guncang sampai rata. Setelah itu tuangkan ke cawan petri sebanyak 15 ml secara aseptik di *laminar air flow*, biarkan media menjadi padat dan dingin.

3.4.4. Enumerasi Jamur

1. Pengenceran Sampel Jamur

Pengenceran sampel jamur dilakukan secara aseptik dengan pengenceran berseri didalam *laminar air flow*. Sampel TKKS diambil sebanyak 10 gram kemudian ditambahkan NaCl fisiologis steril 0.85% dengan perbandingan 10 g : 90 ml lalu dihomogenkan dengan *shaker* pada kecepatan 100 rpm selama 1 jam untuk pengenceran 10^{-1} . Siapkan tabung reaksi, isi 1 ml larutan sampel 10^{-1} ke dalam tabung reaksi dengan 9 ml NaCl fisiologis 0.85%, beri label 10^{-2} , begitu seterusnya sampai pada pengenceran 10^{-6} . Proses pengenceran dapat dilihat pada (Gambar 3.3.).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

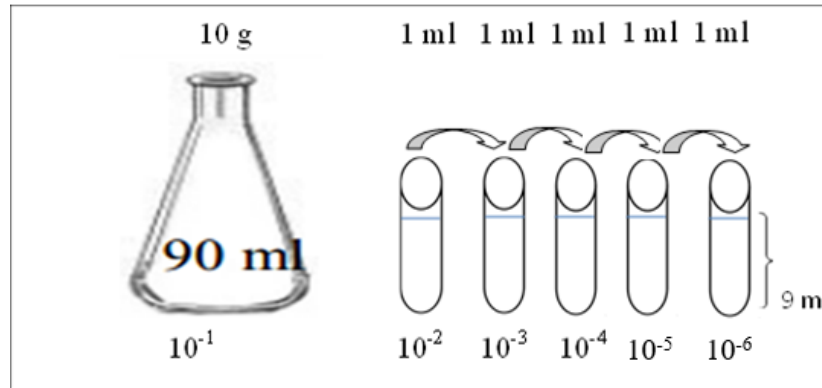
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

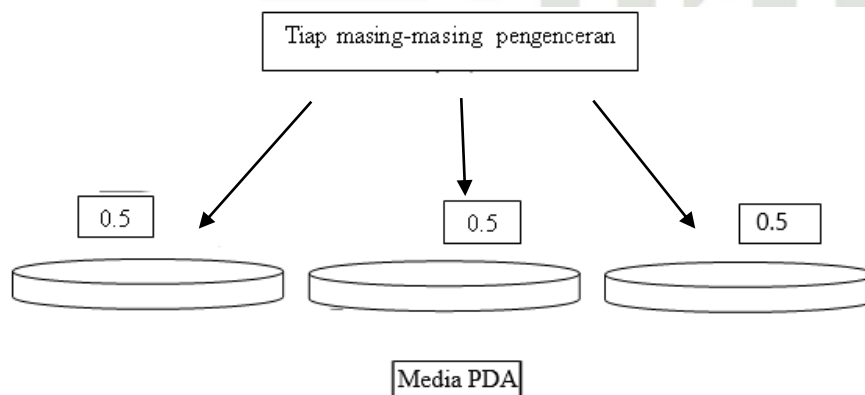
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.3. Pengenceran

2. Penanaman Isolat

Penanaman dilakukan dengan metode sebar (*spread plate*) dari suspensi larutan sampel diambil dari tiga pengenceran yaitu 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} yang akan ditanam di media PDA sebanyak 0,5 ml dengan menggunakan mikro pipet (Gambar 3.4). Sebelum penanaman larutan sampel harus divortex terlebih dahulu selama satu menit agar suspensi menjadi homogen. Setiap penanaman diulang tiga kali (*triple*). Selanjutnya disebar dengan batang penyebar steril (celupkan batang penyebar dalam etanol dan bakar, setelah diperkirakan dingin baru digunakan). Beri label dibagian pinggir tiap cawan petri (gunakan kode singkatan pengenceran). Inkubasi cawan petri pada inkubator jamur selama 3 x 24 jam dengan suhu kamar (Fatmala dkk., 2015).



Gambar 3.4. Penanaman Isolat Jamur

Setelah tumbuh, koloni dihitung dengan *colony counter*. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan petri yang koloninya berjumlah antara 15 - 150



1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

koloni (Waluyo, 2008). Jumlah koloni dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Populasi/g} = \frac{1}{\text{volume sampel}} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \times \text{jumlah koloni dalam cawan}$$

3.4.5. Pemurnian Jamur

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang sudah ditumbuhkan dalam cawan petridish selama 3 hari yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi makroskopis yang dapat dilihat dari penampakan warna, bentuk, dan pola persebaran koloni. Satu koloni dari masing-masing koloni jamur yang tumbuh diambil menggunakan jarum ose dan digoreskan pada permukaan media PDA. Biakan yang telah murni diinkubasi dengan suhu ruang lebih kurang dengan suhu 27 °C selama 7 hari (Sanjaya, 2010). Bagan alur pelaksanaan penelitian terdapat pada Lampiran 1.

3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1 Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis

Jamur yang telah diisolasi dan dimurnikan kemudian diidentifikasi berdasarkan panduan *Ilustated Genera of Imperfect Fungi* (Burnet and Hunter, 1998) dan Pengenalan Kapang Tropika Umum (Gandjar dkk., 1999). Jamur yang telah diinkubasi selama 7 x 24 jam pada suhu kamar diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dengan cara langsung meliputi warna koloni, bentuk koloni, pola penyebaran koloni, dan diameter koloni (Wulandari dkk 2014). Pengamatan mikroskopis meliputi ada tidaknya spora atau konidia, misellium, tipe hifa bersekat (bersepta) atau tidak bersekat (tidak bersepta), dan bentuk spora atau konidia dengan menggunakan mikroskop kamera.

3.5.2. Uji Kemampuan Isolat Jamur sebagai Pelarut Fosfat

Uji ini bertujuan untuk mengukur kemampuan isolat jamur pelarut fosfat (PF) dalam melarutkan fosfat dengan cara menghitung indeks kelarutan fosfat (IF) dari masing-masing isolat jamur yang diperoleh (Gambar 3.5). Kegiatan ini dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat jamur yang telah dikoleksi sebelum

Hak Cipta Ditamini Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

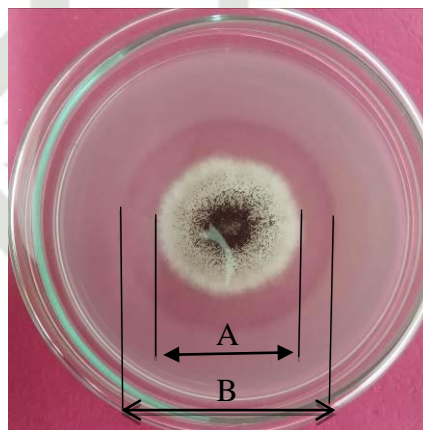
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menggunakan jarum ose secara aseptis dan disentuhkan pada permukaan media *Pikovskaya*. Media tersebut diinkubasi selama 7 x 24 jam pada suhu 28 °C.

Koloni yang tumbuh dan mampu membentuk zona bening diindikasikan sebagai isolat yang mampu melarutkan fosfat. Pengukuran zona bening dilakukan pada hari ke-7 masa inkubasi dengan suhu 28 °C. Pengukuran dilakukan terhadap diameter koloni dan zona beningnya dengan penggaris dan dengan bantuan kaca pembesar pada koloni yang disertai zona bening. Pengukuran diameter koloni dan zona bening dilakukan sebanyak 2-3 kali pada posisi yang berbeda kemudian hasil pengukuran dirata-ratakan. Perhitungan nilai Indeks Kelarutan Fosfat (IKF) berdasarkan metode Karpagam dan Nagalaksmi (2014).

$$\text{Indeks Kelarutan Fosfat IKF} = \frac{\text{Diameter Total}}{\text{Diameter Koloni}} = \frac{B}{A}$$



Gambar 3.5. Cara Pengukuran IKF, Diameter Koloni Jamur (A) dan Diameter Total (B).

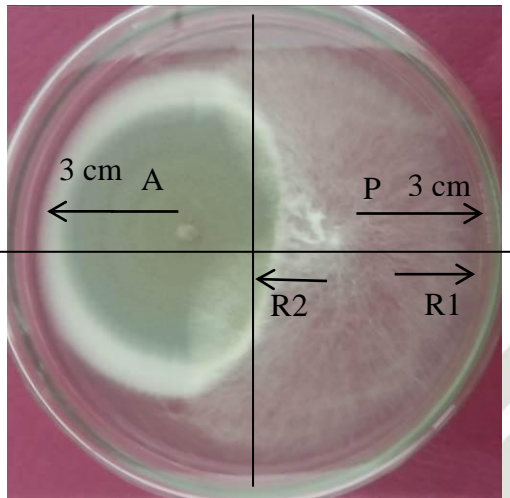
3.3. Uji Agen Biokontrol

Uji jamur yang didapatkan sebagai agen biokontrol dilakukan dengan menggunakan cara oposisi langsung antara isolat *Ganoderma* sp. Sebagai jamur patogen dengan jamur antagonis dalam media PDA (Kafrafi, 2015). Masing-masing cendawan ditanam secara bersamaan dengan jarak 3 cm pada cawan petridish yang memiliki diameter 9 cm, biakan diinkubasi pada suhu kamar (28 °C) selama 7 hari, lalu diamati zona penghambat yang terbentuk disekitar jamur patogen. Skema penghambatan pertumbuhan pertumbuhan patogen dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 3.6).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\text{Daya hambat} = \frac{(R1 - R2)}{R1}$$



Keterangan :

A : Jamur TKKS

P : *Ganoderma* sp

Gambar 3.6. Skema Penghambatan oleh Jamur TKKS terhadap *Ganoderma* sp.

3.5.4. Pengujian Aktivitas Selulase Isolat Jamur

Isolat jamur yang sudah dimurnikan pada media PDA kemudian ditumbuhkan kembali pada media CMC, komposisi media CMC terdapat pada Lampiran 2. Untuk melihat kemampuan jamur mendegradasi selulosa, Jamur diinkubasi terlebih dahulu pada suhu ruangan selama 3 hari (Rudiansyah dkk., 2017). Agar pembentukan zona bening menjadi lebih jelas dilakukan pewarnaan dengan menggunakan *congo red* 0,1 % (Teather and Wood, 1981) selama 20 menit kemudian dibilas dengan NaCl 1 M. Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni diamati dan diukur dengan menggunakan jangka sorong. Daya degradasi selulosa diklasifikasikan berdasarkan nilai indeks selulolitik dengan kategori rendah apabila ≤ 1 , kategori sedang antara 1-2, dan tinggi apabila ≥ 2 (Rudiansyah dkk., 2017). Nilai indeks selulolitik dihitung sebagai rasio antara diameter zona bening dibagi diameter koloni.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil isolasi jamur dari kompos TKKS matang, setengah matang dan mentah diperoleh 5 isolat jamur yaitu *Absidia* sp., *Aspergillus* sp., *Scopulariopsis* sp., *Humicola* sp. dan *Trichoderma* sp. Jamur yang mampu melarutkan fosfat adalah jamur *Absidia* sp., *Aspergillus* sp., *Scopulariopsis* sp. dan *Humicola* sp., sedangkan jamur *Trichoderma* sp. tidak memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Jamur yang memiliki aktifitas sebagai agen biokontrol terhadap *Ganoderma* sp. yaitu jamur *Absidia* sp., *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp., sedangkan jamur *Humicola* sp. dan *Scopulariopsis* sp. tidak memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol terhadap *Ganoderma* sp. Hasil isolat jamur selulolitik dari kompos TKKS yaitu *Aspergillus* Sp., *Humicola* sp. dan *Trichoderma* sp. Sedangkan jamur *Absidia* sp. dan *Scopulariopsis* sp. tidak menunjukkan adanya aktifitas selulolitik.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengaplikasian isolat jamur TKKS yang telah diperoleh sebagai pelarut fosfat, agen biokontrol dan pendegradasi selulosa di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M. and F. Aliabadi. 2008. First Report of Stem Rot of *Dracaena* Caused by *Aspergillus niger* in Iran. *Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2008-0212-01-BR.
- Ahmed, Z.H., Banu, M., Rahman, M., Akhter F. and S. Haque. 2001. Microbial Activity on the Degradation of Lignocellulosic Polysaccharides. *Online Journal of Biological Sciences* 1(10): 993-997.
- Anggarawati, D. 2012. Aktivitas Enzim Selulosa Isolat SGS 2609 BBP4B-KP Menggunakan Substrat Limbah Pengolahan Rumput Laut yang Dipretreatment dengan Asam. *Skripsi*. Fakultas Teknik Program Studi Teknologi Bioproses. Universitas Indonesia. Jakarta
- Alexander, M. 1977. *Introduction to Mycobiology*. 2nd Ed. John Wiley and Sons. New York. 467 p.
- Alexopoulos, C.J and C.W Mims. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons. New York. 632 p.
- Alhidayatullah, Lisdar I.S., dan O. S. Dharmaputra. 2014. Kemampuan Jamur Pelapuk Kayu Isolat JPA dan *Trichoderma* sp. S2-22 dalam Mendegradasi Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Menghasilkan Selulosa. *Menara Perkebunan* 82(2) : 51-56
- Asrul, 2009. Uji Daya Hambat Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. dalam Formulasi Kering Berbentuk Tablet terhadap Luas Bercak *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao. *J. Agrisains*. 10(1): 21-27
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2019. *Riau Dalam Angka 2018*. BPS: Pekanbaru. 431 hal.
- Badiarti, Retni S.W., dan D. Kartika. 2016. Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit di PT. Era Sakti Forestama Muaro Jambi. *Biospecies* 9(1): 7-14
- Barnett, H.L., and B.B. Hunter. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Prentice Hall, Inc., U.S.A. 218 p.
- Campbell, Neil, A., Jane, B.R., Lisa A.U., Michael L.C., Steven A.W., Peter V.M., and R. B. Jackson. 2008. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Erlangga. Jakarta. 568 hal.
- Darmosarkoro, W. dan Winarna. 2007. Penggunaan TKS dan Kompos TKS untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. *Jurnal Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit Edisi 1*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, C4:181-194.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Darmosarkoro W. 2003. Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. <https://ppks.com/psnmbi/article/view/4397/4100> Diakses tanggal 28 November 2019.
- Darmosarkoro W., dan S. Rahutomo. 2007. Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembenh Tanah. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. <https://ppks.com/psnmbi/article/view/4397/4124> Diakses tanggal 28 November 2019.
- Darnetty. 2006. *Pengantar Mikologi*. Andalas University Press: Padang. 121 hal.
- Ditjen PPHP (2006). *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Departemen Pertanian: Jakarta 162 hal.
- Dwijhoseputro, D. 1978. *Pengantar Mikologi*. Penerbit Alumni: Bandung. 312 hal.
- Erwinsyah, Atika A. dan K. Teddy. 2015. Potensi dan Peluang Tandan Kosong Sawit Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas: Studi Kasus di Indonesia. *Jurnal Selulosa* 5(2): 79-88
- Fatmala, V., S. Mariana, dan Jamilah. 2015. Eksplorasi dan Potensi Jamur Pelarut Fosfat pada Andisol Terkena Dampak Erupsi Gunung Sinabung dengan Beberapa Ketebalan Abu di Kecamatan Naman Teran Kabupaten Karo. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(3): 1164 – 1168.
- Fauzi, Y. 2012. *Kelapa Sawit, Budidaya, Pemanfaatan Hasil & Limbah, Analisis Usaha & Pemasaran*. Penebar Sawadaya. Jakarta. 218 hal.
- Fitrah, R. 2015. Enumerasi dan Analisis Bakteri Tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio. *Skripsi*. Agroteknologi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Fuadi, Ahmad M. dan H. Pranoto. 2016. Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa. *Chemica* 3(1): 1-5
- Fuadi, I. 2012. Pemanfaatan Agens Hayati sebagai Pengendali OPT yang Berwawasan Lingkungan. Seminar UR-UKM ke-7 Optimalisasi Riset Sains dan Teknologi dalam Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta. 156-158.
- Gadd, G.M., S.C.Watkison and P., Dyer. 2007. *Fungi in the Environment*. Cambridge University Press. New York. 407 p.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Tweel-vermeulen, K.V.D., Oetari A. dan I. Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Tropika Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 136 hal.
- Gandi, G.P.L.N., Wayan, G.I., dan J. Miftahul. 2019. Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* Penyebab Aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan Media Pertumbuhan *Potato Dextrose Agar* (PDA). *Journal Analisis Medika Bio Sains* 6(1): 1-9

- Ginting, R. C. B., Saraswati R. dan E. Husen. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. 158 hal.
- Gupta, P., Samant, K. and A. Sahu. 2012. Isolation of Cellulose Degrading Bacteria and Determination of Their Cellulolytic Potential. *Intl J Microbiol* 578925.
- Hadioetomo, R., Imas S., Teja., Tjitrosomo., Sutarmi S. dan L.S. Angka. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI-Press. Jakarta. 442 hal.
- Haji. A. G. 2013. Konsep Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 9(3): 109-116.
- Hanafiah, A. S., Sabrina T., dan H. Guchi. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Handayanto, E. 2007. *Biologi Tanah*. Pustaka Adipura. Yogyakarta. 197 hal.
- Haryanti, A., Norsamsi., Sholiha P.S.F., dan P.N., Putri. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*. 3(2): 20-29
- Ichriani, Gusti I., Fahrunsyah dan E., Handayanto. 2018. *Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Fungi Pelarut Fosfat Indegenus dan Media Pembawa Fungi*. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah 3(1): 263-266
- Idris, M.Y., Sapareng S., dan I, Halid. 2018. Isolasi dan Karakteristik Jamur Pelapuk dari Batang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agrotek*. 2(2): 29-38
- Ilhas, M. 2007. Identifikasi dan Isolasi Mikoflora Kapang pada Sampel Serasah Daun Tumbuhan Di Kawasan Gunung Lawu, Surakarta, Jawa Tengah. *Biodiversitas* 8(2): 105-110
- Irawan, B., Kasiandari R.S., Sunarminto B.H., and E. Sutariningsih. 2014. Preparation of Fungal Inoculum for Leaf Litter Composting From Selected Fungi. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 9(3): 89-94
- Irfan, M. 2014. Isolasi dan Enumerasi Bakteri Tanah Gambut di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1): 1-8.
- Isamiati, A dan E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Saun dan Promits*. 2(1): 1-3.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Kadarmoidheen M., Saranraj P. and D. Stella. 2012. Effect of Cellulolytic Fungi on the Degradation of Cellulosic Agricultural Wastes. *Intl J Appl Microbiol Sci* 1(2):13-23
- Kafrawi dan Ulim M.A. 2015. Daya Hambat Rhizobacteria Kandidat Agens Biokontrol terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen *Phytophthora Capsici* Secara In Vitro. *Jurnal Floratek*, 8: 64-72.
- Karpagam dan Nagalakshmi. 2014. Isolasi Mikrobial Asli Tanah Andisol Dieng dan Kajian Potensinya sebagai Inokulan Pupuk Hayati Pelarut Fosfat. *Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 10(2): 81-90.
- Katatny, E.M.H., Gudelj M., Robra K.H., El-Elnaghy M.A. and G.M. Gubitz. 2001. Characterization of a Chitinase and 1,3-glucanase from *Trichoderma harzianum* T24 Involved in Control of the *Phytopathogen Sclerotium rolfii*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 56: 137-143.
- Khusnul. Hera S.W. dan D.P. Virgianti. 2017. Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Cincau (*Cyclea barbata* Miers) dan Uji Antagonis terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 17(2): 406-413.
- Kilham, W. 2006. The First of the Occurrence of Anthracnose Disease Caused by *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Penz. And Sacc. On Dragon Fruit (*Hylocercus*). *American Journal of Applied Science* 6(5): 902-912
- Komarayati, S dan I, Indrawati. 2003. Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme dalam Arang Kompos. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 21(3): 251-258.
- Kurniati, E. 2006. Identifikasi Jamur-jamur Deuteromycetes Pengurai Selulosa Sampah Kota Padang. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas. Padang.
- Kusnadi, Saefudin dan E, Astri. 2007. *Keanekaragaman Jamur Selulolitik dan Amilolitik Pengurai Sampah Organik dari Berbagai Substrat*. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia: Bandung.
- Lakshmikanth. 1990. Cellulose Degradation and Cellulase Activity of Five Cellulolytic Fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 6(1): 64-66
- Lehninger, A. L. 1975. *Biochemistry*. Second Edition. Worth Publishers. New York. 1119 p.
- Leokito, H. 2012. Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(3) : 242-250.
- Made I, S., Gusti., dan Nyoman. 2011. Uji Antagonisme Beberapa Jenis Jamur Saprofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. Sp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Pisang dan Potensinya terhadap Pengurai Serasah. *Jurnal Agroteksos*. 21 : 2-3.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Madusari S., Indriana L., dan Habiburahman. 2017. Analisis Tingkat Kematangan Kompos Campuran Limbah Padat Kelapa Sawit dengan Penambahan Bioaktivator. *Jurnal Citra Widya Edukasi*. 9(3): 211-222.
- Marianah, L. 2013. *Analisa Pemberian Trichoderma sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi. Jambi. 39 hal.
- Meinawati, S., Khotimah dan Mukarlina. 2014. Uji Antagonis *Pyricularia grisea* Sacc. Penyebab Blas pada Tanaman Padi Menggunakan *Radopholus similis* pada Pisang Barangan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(5): 17-24.
- Moser, S.A., Lyon, F.L. and D.L. Greer. 1988. *Systemic Mycoses*. in B.B. Wentworth (ed.), *Diagnostic Prosedures for Mycotic and Parasitic Infection*. American Public Health Association. Washington, D.C.
- Ningrum, Ratna N., Widhorini dan E. Yuliani. 2013. Analisis Pertumbuhan Jamur *Aspergillus fumigatus* dalam Media Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Sekolah Tinggi Analisis Kesehatan Bakti Asih*. 5-7
- Noor, R. 2006. Sebaran dan Kemampuan Dekomposisi Isolat Mikrofungi Tanah dari Kawasan Sumber Air Panas di Desa Sukajadi Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurkanto, A. 2007. Identifikasi Aktinomisetes Tanah Hutan Pasca Kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur dan Potensinya Sebagai Pendegradasi Selulosa dan Pelarut Fosfat. *Jurnal Bidang Mikrobiologi Puslit Biologi-LIPI*. 8(4)
- Octriani, L. 2011. Potensi Agen Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan *Phytrum* sp. secara In Vitro. *Jurnal Buletin Plasma Nufuah*. 17(12): 138-142
- Okalia D., Tri N. dan E. Chairil 2018. Pengaruh Ukuran Cacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Sifat Fisik Kompos Tritankos (Triko Tandan Kosong). *Jurnal Agroqua* 16(2): 132-142
- Prayitno, S., Indradewa, D. dan B.H. Sunarminto. 2008. Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) yang Dipupuk dengan Tandan Kosong dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Ilmu Pertanian* 15(1): 37-48
- Pemono M.E. 1998. Mikrob Pelarut Fosfat untuk Mengefisiensi Pupuk Fosfat dan Prospeknya di Indonesia. *Jural* 5: 89-94
- Prihatiningrum, A.E. 2002. *Pengaruh Pengaturan Suhu dan Macam Bakteri terhadap Hidrolisis Limbah Padat Pabrik Gula; Berkala Penelitian Hayati*. Penerbit PBI: Surabaya. 35 hal.
- Purnamayani, R., Hendri J., Salvia E. dan D.S. Gusfaria. 2016. Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Pupuk Organik dengan Berbagai

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dekomposer. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi. <http://repository.pertanian.go.id/>. Diakses tanggal 15 Oktober 2020.

- Perwadaria T., Marbun, P.A., Sinurat A.P. dan P.P., Ketaren. 2003. Perbandingan Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri dan Kapang Hasil Isolasi dari Rayap. *JITV* 8(2): 213-219
- Rahmadanti, M.S., Angga P., Okalia D. dan Wahyudi. 2019. Uji Karakteristik Kompos (pH, Tekstur, Bau) pada Berbagai Kombinasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Kotoran Sapi Menggunakan Mikroorganisme Selulolitik (MOS). *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 5(2): 105-112
- Rao, S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 78 hal.
- Respati, Efi 2018. *Out Look Kelapa Sawit Komuditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta. 70 hal.
- Rudiansyah, D., Rahmawati dan Rafdinal. 2017. Eksplorasi Bakteri Selulolitik dari Tanah Hutan Mangrove Peniti, Kecamatan Segedong Kabupaten Mempawah. *Jurnal Protoniont* 6(3): 255-262
- Rupaedah ,B., Devit P., Anna S., Teuku T., Abdul W., Mahmud S., Imam S., dan S. Agus 2019. Skrining dan Identifikasi Mikroba Ligninolitik pada Pengomposan Alami Tandan Kosong Kelapa Sawit. *J Bioteknol Biosains Indonesia* 6(1): 139-148
- Ruwandani, M., Rakhmawati N.A dan E. Yulianti. 2014. Isolasi Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Guano di Gua Anjani Jawa Tengah. Program Studi Biologi. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Salma, S., dan L. Gunarto. 1999. Enzim Selulase dari *Trichoderma spp.* *Jurnal Agrobio*. 1(2): 2-8
- Sanjaya, Y., Nurhaeni H. dan M. Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 12(3): 136 – 141.
- Sputra, J., Hanum, C. dan J. Ginting. 2018. Kadar N, P Daun dan Produksi Kelapa Sawit melalui Penempatan TKKS pada Rorak. *Jurnal Agroteknologi*, 2(4): 1279-1286.
- Sragih, S. D. 2009. Jenis-jenis Fungi pada Beberapa tingkat Kematangan Gambut. *Skripsi*. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sragih, A.B. 2013. Skrining Bakteri Pelarut Fosfat Adaptif *Vinasse* dari Lahan Tebu Pabrik Gula Jatiroto Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Skripsi*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

- Saraswati, R., Husen E. dan R. D. M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat. 271 hal.
- Sari, E.P. 2006. Pengaruh Macam pH dan Penggoyangan Media terhadap Pertumbuhan Cendawan. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Serwono R., Triwahyuni E., Aristiawan Y., Kurniawan H.H., and T. Anindyawati. (2014). Cellulose Conversion of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) into Ethanol. *J. Selulosa*, 4(1): 1- 6
- Sibuea, P., 2014. *Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta: Penerbit Erlangga. 79 hal.
- Sigler, L., and J.W. Carmichael. 1983. Redisposition of Some Fungi Referred to *Oidium microspermum* and a Review of *Arthrographis*. *Microbiology* 18:495-507.
- Subowo, Y.B. 2015. Seleksi Jamur Pendegradasi Selulosa dan Pestisida Deltamethrin dari Beberapa Lingkungan di Kalimantan Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan* 13(2): 221-230.
- Subowo, Y.B. 2010. Uji aktivitas Enzim Selulase dan Lignase dari Beberapa Jamur dan Potensinya Sebagai Pendukung Pertumbuhan Tanaman Terong (*Solanum melongena*). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati Bidang Mikrobiologi Puslit Biologi-LIPI*. 10(1): 1-6
- Suciatmih. 2008. Keanekaragaman dan Daya Degradasi Selulosa Jamur Tanah Dihutan Bekas Terbakar Wanariset-Semboja, Kalimantan Timur. *Berita Biologi* 9(2): 169-175
- Sudiyani, Y., Sembiring, C. K., Hendarsyah, H., and S. Alawiyah. 2010. Alkaline Pretreatment and Enzymatic Saccharification of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber for Ethanol Production. *Menara Perkebunan* 78(2): 70-74.
- Shartina, Febby, E.F.K., dan F.O.S., Marina. 2018. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tumbuhan Paku *Asplenium nodus*. *Jurnal MIPA UNSRAT Online* 7(2): 24-28
- Snarmi, N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang Sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp., *Phytophthora infestans*) dan Anti Bakteri (*Rolstonia solanaceurum*). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Mulana Malik Ibrahim. Malang.
- Smarto. 2003. *Peranan Dekomposisi Dalam Proses Produksi Pada Ekosistem Laut*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Supriadi. 2006. Analisis Risiko Agens Hayati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(3): 75-80



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Suryono. J., K. Kusuma S. dan Mulyadi. 2014. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Penelitian Kesuburan Tanah*. IAARD Press. Jakarta. 118 hal.
- Susanto, A., Prasetyo A.E., Fahrdayanti, A.F.L., dan A.P., Dongoran. 2005. Viabilitas Bioaktivator Jamur *Trichoderma koningii* pada Media Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 13(1): 25-33
- Satriana S. dan B. Raisa. 2019. Uji Tingkat Kematangan Kompos terhadap Produksi Tiga Varietas Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.) pada Tanah Gambut. *Jurnal Ilmiah Pertanian* 16(1): 25-35.
- Shrivastava. M.C. 1992. *Lignocellulose Biothenology. Recent Advances and Technology Prospect*. Oxford and IBH Publishing Co, Pvt. Ltd, New Delhi. 199 p.
- Streets, R.B. 1980. *Diagnosis Penyakit Tanaman, Alih Bahasa: Imam Santoso*. PT. Gede Jaya. Bogor. 105 hal.
- Summerbell, R.C., Rosenthal S.A. and J. Kane. 1988. Rapid Method for Differentiation of *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes*, And Related Dermatophyte Species. *Journal of Clinic Microbio* 26:2279-2282.
- Susilowati 2002. Koleksi, Karakterisasi dan Preservasi Mikroba Penyubur Tanah dan Perombak Bahan Organik. Balai penelitian Bioteknologi dan sumberdaya genetic pertanian. <https://www.digilib.unila.ac.id/go>. Diakses tanggal 4 September 2019 (15.20).
- Talantam V. M, Marina, Orriyani L, dan I N. Suwastika. 2018. Uji Aktivitas Selulase dari Jamur Selulolitik Asal Tanah Danau Kalimpa`a Sulawesi Tengah. *Journal of Science and Technology* 7(3): 323-333
- Teather, R.M, and P.J, Wood. 1981. Use of Congored-polysaccharide Interaction in Enumeration and Characterization of Cellulolytic Bacteria from the Bovine Rumen. *Applied Enviromental Microbiology* 43: 777-780
- Tondje, P.R., Robert D.P., Bon M.C., Widmer T., Samuels G.J., Ismaiel A., Begoude A., Tchana A.D., Nyemb-Tshomb, Ndoumbe-Nkeng M., Bateman R., Fontem D. and K.P. Hebbbar. 2007. Biological Control. <https://www.elsevier.com/locate/ybcon>. Diakses 25 Agustus 2019.
- Usomo, B. 2008. Eksplorasi Fungi pada Tanah Gambut yang Berada Pada Lapisan Fibrik, Hemik dan Saprik. *Jurnal. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan*
- Valencia, P.A. dan V.C.I. Meitiniarti. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Lignolitik serta Perbandingan Kemampuan dalam Bidelignifikasi. *Scripta Biologica*. 4(3): 171-175.
- Venkatasubbiah, P. and K.M, Safeeulla. 1984. *Aspergillus niger* for Biological Control of *Rhizoctonia solani* on Coffee Seedling. *Trop. Pest Management* 30(4): 401-406.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

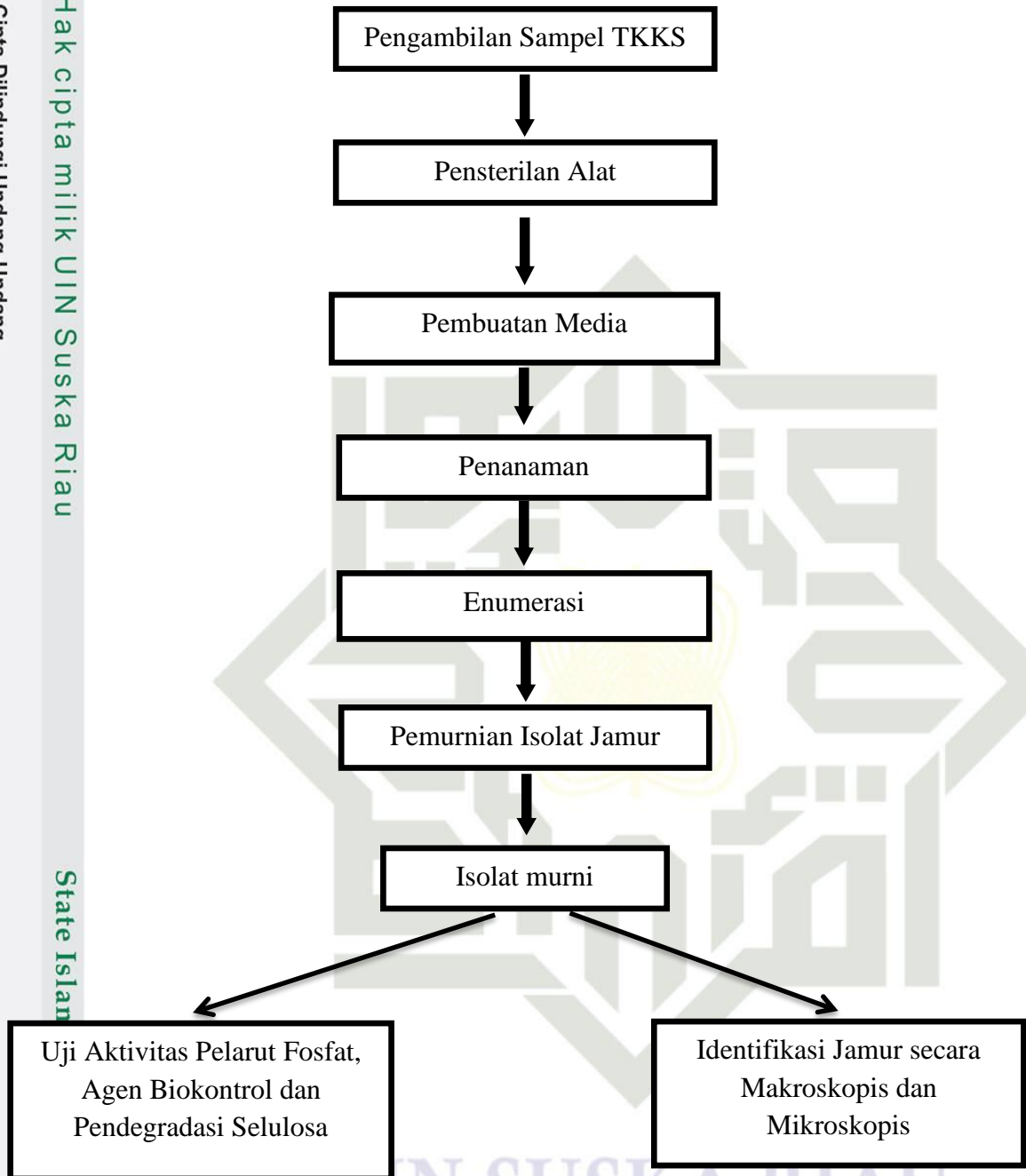
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Virgianti, D.P. 2015. Uji Antagonis Jamur Tempe (*Rhizopus sp*) terhadap Bakteri Patogen Enterik. *Biosfera* 32(3): 162-168
- Waluyo, L. 2008. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. Universitas Muhammadiyah Malang Press. 356 hal.
- Warsito, J.S.M. dan M., Kasmudin. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Akademka Kimia*. 5(1): 8-15
- Whitelaw, M.A., Harden T.J. and K.R. Helyar. 1999. Phosphate Solubilisation in Solution Culture by the Soil Fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biol. Biochem* 31: 655-665.
- Widawati, S dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut P (BPF) di Cikini, Gunung Botol dan Ciptarasa serta Kemampuannya dalam melarutkan P terikat di Media Pikovskaya Padat. *Jurnal Biodiversitas* 7(2): 109-113
- Widiastuti dan T. Panji. 2007. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (Volvariella volvaceae) sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Bogor.
- Wulandari, D., Sulistyowati, L., dan A. Muhibbudin. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap *Phytophthora infestan*. *Jurnal HPT*. 2(1): 110-117.
- Yulianto, E 2014. Evaluasi Potensi Beberapa Jamur Agen Antagonis dalam Menghambat Patogen *Fusarium* sp. pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) *Skripsi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu*. Bengkulu.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

Lampiran 1. Alur Pelaksanaan Penelitian



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 2. Komposisi Media CMC

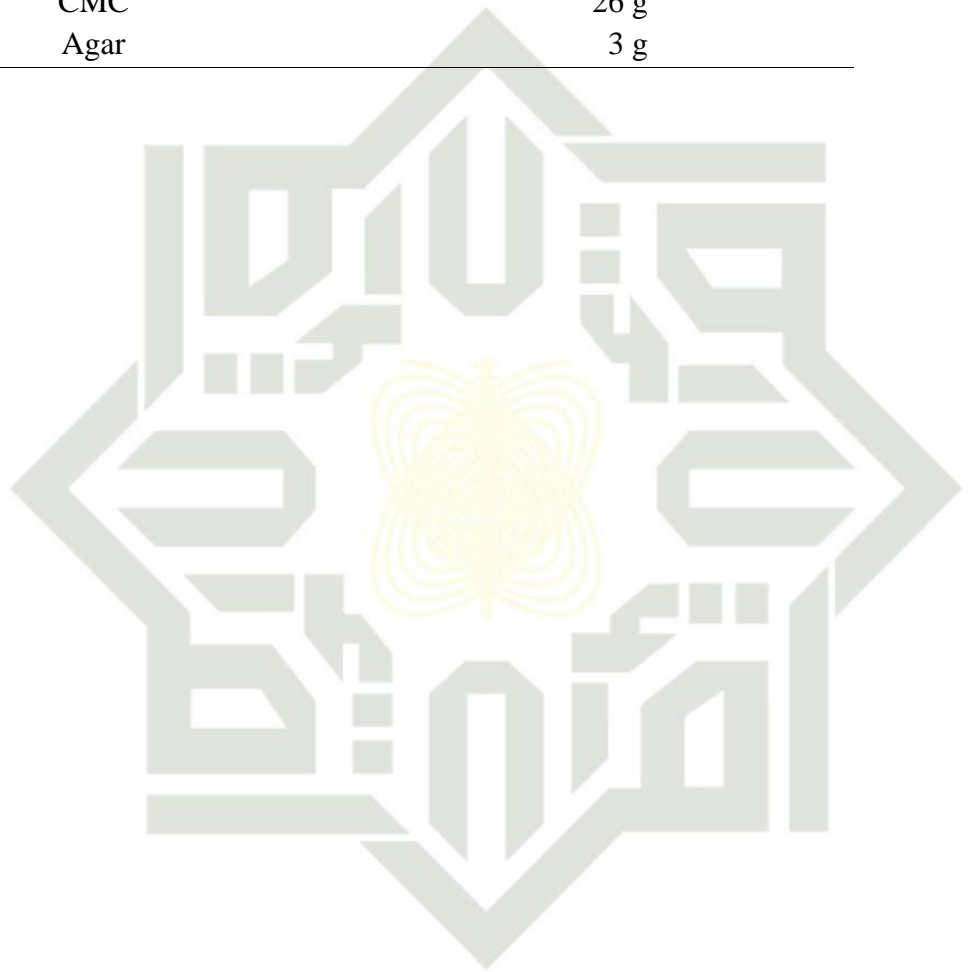
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bahan	Jumlah
Aquades	1000 ml
N ₄ H ₂ PO ₄	1 g
KCl	0,2 g
MgSO ₄	1 g
Yeast Extract	1 g
CMC	26 g
Agar	3 g



UIN SUSKA RIAU



Lampiran 3. Daftar Pertanyaan dan Jawaban terhadap Pemilik Kebun

- Nama Pemilik : Sulistiono
 Umur : 54 tahun
 Alamat Kebun : Dusun 1 Bencah kelubi RT/RW 004/002 Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung
- A. Aspek Pemupukan / Agronomi
1. Luas kebun : 1 Hektar
 2. Umur tanaman kelapa sawit : 15 Tahun
 3. Jarak tanam : 8 x 9 M²
 4. Ulangan pemupukan selama setahun : 1 kali/tahun
 5. Dosis pemupukan : Pupuk majemuk 2 ons/tan
 6. Cara pemupukan : Ditugal / ditanam
 7. Tempat pemupukan : Piringan (pertanaman 5 titik)
 8. Berat rata-rata tandan buah segar kelapa sawit : ±20 kg/TBS
- B. Aspek Pengendalian Gulma
1. Cara pengendalian Gulma : Secara kimia (semprot Gramaxone)
 2. Cara penyemprotan : Penyemprotan total (gawangan dan piringan)
- C. Pemberian Tandan Kosong
1. Pemberian tandan kosong selama 1 tahun : 1 kali
 2. Jumlah pemberian tandan kosong ke tanaman sawit : 3 gerobak
 3. Lama penguraian tandan kosong hingga hancur : 6 Bulan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

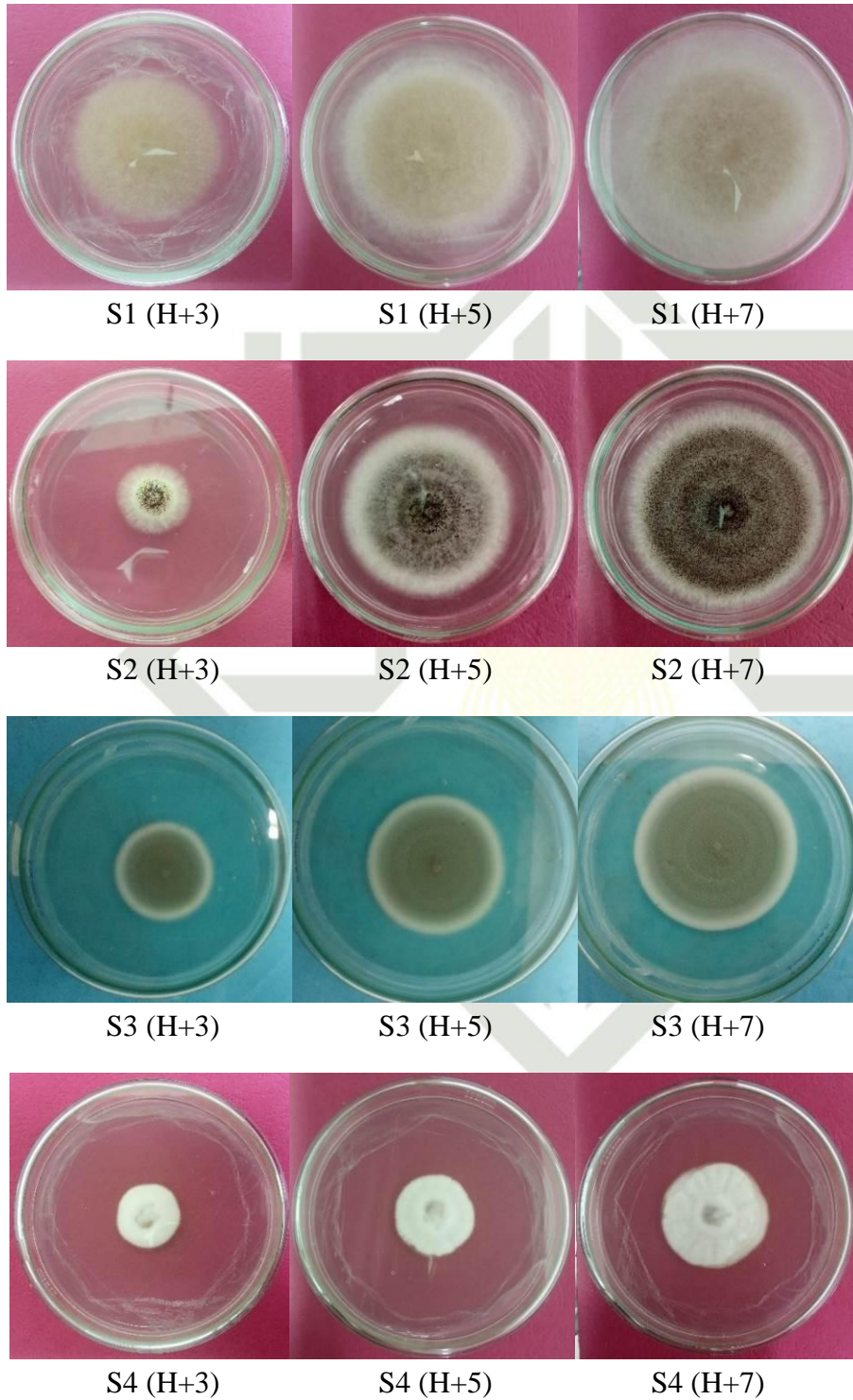
Lampiran 4. Perubahan Diameter Koloni

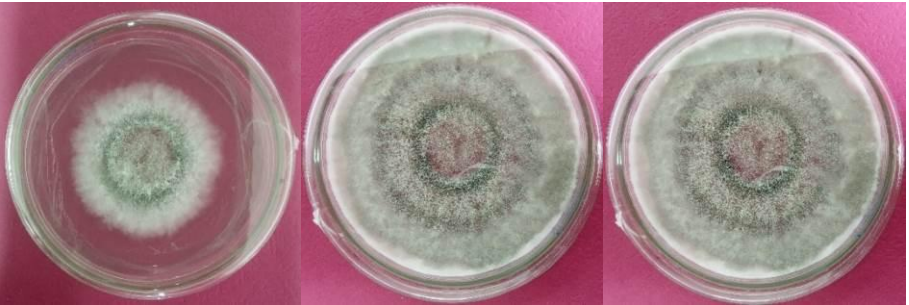
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





S5 (H+3)

S5 (H+5)

S5 (H+7)



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Pensterilan alat dan bahan



Pensterilan menggunakan *autoclave*

Pengambilan Sampel



Pengambilan sampel TKKS

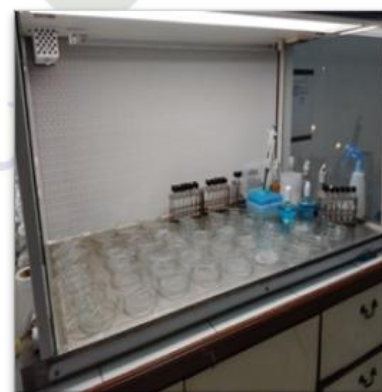


Sampel TKKS di bungkus plastik

Pembuatan Media



Penghomogenan media PDA



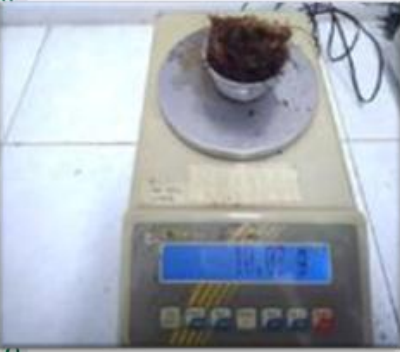
Penuangan media ke petridish

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Enumerasi

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

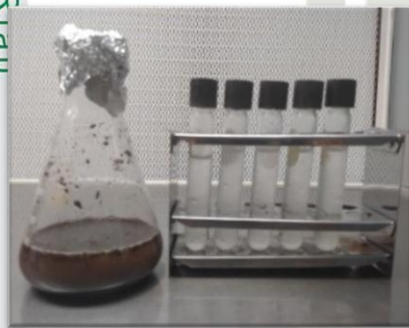
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Sampel TKKS 10 gr



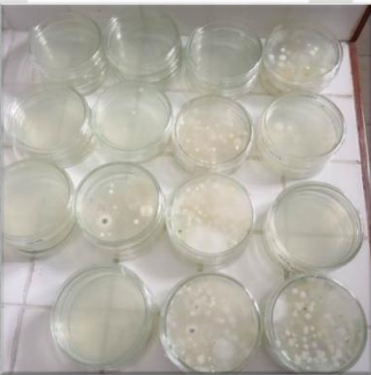
Sampel TKKS + 90 ml NaCl



Pengenceran



Penanaman isolat jamur



Jamur TKKS yang tumbuh



Menghitung koloni